

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/167 (2006.01)

G03F 7/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01139612.1

[45] 授权公告日 2006 年 1 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1237387C

[22] 申请日 2001.11.23 [21] 申请号 01139612.1

[30] 优先权

[32] 2001. 2. 15 [33] US [31] 09/784,972

[71] 专利权人 希毕克斯幻像有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 陈美英 陈仙海 吴让二 张小加

臧宏玫 梁荣昌

审查员 谢有成

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司

代理人 余 刚

权利要求书 13 页 说明书 40 页 附图 12 页

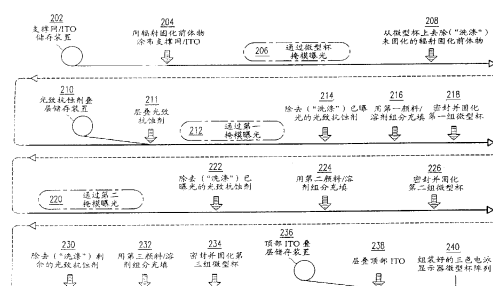
[54] 发明名称

通过在基片支撑网上同步光刻曝光进行辊对辊显示器制作的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种电泳或液晶显示器及其新颖的制法。本发明的电泳和液晶显示器器件包含有明确定义的形状、尺寸、纵横比的微型杯，分别为分散在具有视觉对比的介电溶剂的带电荷微粒、或用至少一种液晶组分填充。该液晶组分的普通折光系数应与各向同性的微型杯材料相匹配。本发明新颖的“辊对辊”方法和设备，可用同步光刻法连续生产显示器件。其使预定图案、连续环带结构光掩模与预涂布辐射敏感材料的支撑网近距离平行同步移动，辐射源对图像曝露保持定位。该辐射敏感材料可以是一种辐射固化材料，曝光和固化的部分构成微型杯结构。附加处理步骤中，该材料可以是暂时封闭微型杯的正性光刻剂。通过光掩模图像使选定的微型杯组曝光，以选择性地重开、

填充、密封。用其它颜色重复，可连续进行组装多色电泳和液晶显示器器件。



1. 一种用于制备多个明确定义结构的方法,所述方法包括不限于下列顺序的步骤:

- (a) 提供一个支撑网;

- (b) 在所述支撑网上涂布一层辐射固化材料;

- (c) 提供一个光掩模作为一个连续环,所述连续环包括形式上对应至少所述结构之一的图案;

- (d) 将所述光掩模环与所述支撑网定位,以便使所述光掩模环的至少一部分与所述支撑网的至少一部分基本上平行取向;

- (e) 同步移动所述光掩模环和所述支撑网,以使至少一部分所述光掩模环与至少一部分所述支撑网在基本同一方向平行地移动;

- (f) 使辐射通过一部分所述光掩模环而直接到达一部分所述支撑网的上表面的所述辐射固化材料上,所述一部分支撑网与所述光掩模环的通过所述辐射的所述部分基本上平行取向,以使所述辐射固化材料的一部分图形曝光,并使所述辐射固化材料的另一部分保持未曝光; 以及

- (g) 去除所述未曝光的辐射固化材料,以形成多个所述明确定义的结构。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中:

- 所述光掩模环与所述支撑网基本同速地移动。

3. 一种用于制备多个微型杯的方法,所述方法包括不限于下列顺序的步骤:

(a) 提供一支撑网,所述支撑网包括用于寻址所述微型杯的多个导电区带;

(b) 在所述支撑网上涂布一层辐射固化材料;

(c) 提供一种光掩模作为连续环,所述光掩模包括形式上对应所述微型杯中的至少一个微型杯的图案;

(d) 同步移动所述光掩模环和所述支撑网;

(e) 使辐射通过一部分所述光掩模环而直接到达一部分所述支撑网上的所述辐射固化材料上,所述一部分支撑网与所述光掩模环的通过所述辐射的所述部分基本上平行取向,以使所述辐射固化材料的一部分图形曝光,并使所述辐射固化材料的另一部分保持未曝光; 以及

(f) 去除所述未曝光的辐射固化材料,以形成多个所述微型杯。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,还包括用电泳显示颜料/溶剂组分或液晶显示组分填充所述微型杯并密封所述经填充的微型杯。
5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中所述填充步骤包括用单一的电泳显示颜料/溶剂组分或液晶显示组分填充基本上所有的所述微型杯,以便形成单色显示器。
6. 根据权利要求 4 所述的方法,其中所述填充步骤包括用不同的电泳显示颜料/溶剂组分或不同的液晶显示组分填充所述微型杯,以便形成多色显示器。

7. 一种用于制备多个明确定义结构的方法，所述方法包括不限于下列顺序的步骤：

(a) 提供一个包括多个元件的支撑网；

(b) 在所述支撑网上涂布一层辐射固化材料；

(c) 提供一个光掩模作为一个连续环，所述连续环包括具有透明区域和不透明区域的图案；

(d) 以所述不透明区域对应所述支撑网上的所述元件的方式定位至少一部分所述光掩模环和至少一部分所述支撑网；

(e) 以同步运动来移动所述光掩模环和所述支撑网，以便保持至少一部分所述光掩模环和至少一部分所述支撑网之间的预定空间关系，其中所述同步运动包括在基本同一方向平行地移动至少一部分所述光掩模环与至少一部分所述支撑网；

(f) 使辐射通过一部分所述光掩模环直接到达一部分所述支撑网上的辐射固化材料上，所述一部分支撑网与所述光掩模环的所述辐射通过的所述部分基本上平行取向，以便通过所述光掩模环的所述透明区域对一部分所述辐射固化材料图形曝光，并保持对应于所述光掩模环的所述不透明区域的另一部分所述辐射固化材料未曝光；以及

(g) 去除所述未曝光的辐射固化材料，以形成多个所述明确定义结构。

8. 根据权利要求7所述的方法，其中所述光掩模环和所述支撑网以基本相同的速度移动。
9. 根据权利要求8所述的方法，其中所述光掩模环和所述支撑网以一恒定的速度移动。

10. 根据权利要求7所述的方法，其中步骤(e)和步骤(f)同时进行。

11. 根据权利要求7所述的方法，其中步骤(b)连续进行。

12. 根据权利要求7所述的方法，其中步骤(e)连续进行。

13. 根据权利要求7所述的方法，其中步骤(f)连续进行。

14. 根据权利要求7所述的方法，还包括以下步骤：

(i) 检测所述支撑网上的所述元件之一或一个预先形成的标记；

(ii) 检测所述光掩模环上的所述不透明区域之一或一个预先形成的标记；以及

(iii) 响应于步骤(i)和步骤(ii)控制所述支撑网和所述掩模环的运动，以使所述支撑网的至少一部分与所述光掩模的至少一部分形成预定的空间关系。

15. 一种用于制备多个微型杯的方法，所述方法包括不限于下列顺序的步骤：

(a) 提供一支撑网，所述支撑网包括用于寻址所述微型杯的多个导电区带；

(b) 在所述支撑网上涂布一层辐射固化材料；

(c) 提供一个光掩模作为一个连续环，所述连续环包括具有透明区域和不透明区域的图案，且所述透明区域形式上对应所述微型杯的壁结构；

(d) 以所述不透明区域对应所述支撑网上的所述导电区带的方式定位至少一部分所述光掩模环和至少一部分所述支撑网；

(e) 以同步运动来移动所述光掩模环和所述支撑网，以便保持至少一部分所述光掩模环和至少一部分所述支撑网之间的预定空间关系；

(f) 使辐射通过一部分所述光掩模环直接到达一部分所述支撑网上的辐射固化材料上，所述一部分所述支撑网与所述光掩模环的所述辐射通过的所述部分基本上平行取向，以便通过所述光掩模环的所述透明区域对一部分所述辐射固化材料图形曝光，并保持对应于所述光掩模环的所述不透明区域的另一部分所述辐射固化材料未曝光；以及

(g) 去除所述未曝光的辐射固化材料，以形成所述微型杯。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其中去除所述未曝光的辐射固化材料的步骤连续进行。
17. 根据权利要求 3 所述的方法，其中所述导电区带对可见光是透明的。
18. 根据权利要求 15 所述的方法，其中所述导电区带对可见光是透明的。
19. 一种用于制备多色显示器的方法，所述方法包括：

(a) 提供应一个支撑网，所述支撑网包括多个有顶部开口的预成型的微型杯；

(b) 在所述微型杯的所述顶部开口上层叠一层辐射固化材料；

(c) 提供第一光掩模作为连续环，所述连续环包括形式上对应第一组预选微型杯的所述顶部开口的图案；

(d) 同步移动所述光掩模环和所述支撑网;

(e) 使辐射通过一部分所述第一光掩模环, 直接到达层叠在一部分所述支撑网上的所述微型杯的顶部开口上的辐射固化材料上, 所述一部分所述支撑网与所述第一光掩模环的所述辐射通过的所述部分基本上平行取向, 以使所述辐射固化材料的一部分图形曝光, 并使所述辐射固化材料的另一部分保持未曝光;

(f) 去除所述曝光的辐射固化材料, 以便对所述第一组预选的微型杯重开口, 以及

(g) 用第一电泳显示颜料/溶剂组分或液晶显示组分填充所述重开口的第一组预选的微型杯。

20. 根据权利要求 19 所述的方法, 其中所述辐射固化材料是正性作用的光致抗蚀剂。

21. 根据权利要求 19 所述的方法, 还包括密封所述经填充的第一组预选微型杯的步骤。

22. 根据权利要求 21 所述的方法, 还包括以下步骤:

(i) 提供第二光掩模作为连续环, 所述连续环包括形式上对应第二组预选微型杯的所述顶部开口的图案;

(ii) 使辐射通过一部分所述第二光掩模环, 直接到达层叠在一部分所述支撑网上的所述微型杯的顶部开口上的辐射固化材料上, 所述一部分所述支撑网与所述第二光掩模环的所述辐射通过的所述部分基本上平行取向, 以使所述辐射固化材料的一部分图形曝光, 并使所述辐射固化材料的另一部分保持未曝光;

(iii) 去除所述曝光的辐射固化材料, 以便对所述第二组预选的微型杯重开口, 以及

(iv)用第二电泳显示颜料/溶剂组分或液晶显示组分填充所述重开口的第二组预选的微型杯。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，还包括密封所述经填充的第二组预选微型杯的步骤。

24. 根据权利要求 23 所述的方法，还包括如下步骤：

(i) 提供第三光掩模作为连续环，所述连续环包括形式上对应第三组预选微型杯的所述顶部开口的图案；

(ii) 使辐射通过一部分所述第二光掩模环，直接到达层叠在一部分所述支撑网的所述微型杯的顶部开口上的辐射固化材料上，所述一部分所述支撑网与所述第三光掩模环的所述辐射通过的所述部分基本上平行取向，以使所述辐射固化材料的一部分图形曝光，并使所述辐射固化材料的另一部分保持未曝光；

(iii) 去除所述曝光的辐射固化材料，以便对所述第三组预选的微型杯重开口，以及

(iv)用第三电泳显示颜料/溶剂组分或液晶显示组分填充所述重开口的所述第三组预选的微型杯。

25. 根据权利要求 24 所述的方法，还包括密封所述经填充的第三组预选微型杯的步骤。

26. 根据权利要求 25 所述的方法，还包括用一顶部叠层来层叠所述密封的第一组、第二组、和第三组微型杯。

27. 一种用于制备多色显示器的方法，所述方法包括：

(a) 提供一个支撑网，所述支撑网包括多个有顶部开口的预成型的微型杯；

(b) 在所述微型杯的所述顶部开口上层叠一层正性作用的光致抗蚀剂;

(c) 提供第一光掩模作为一个连续环, 所述连续环包括具有透明区域和不透明区域的图案, 且所述透明区域形式上对应第一组预选的微型杯的所述顶部开口;

(d) 同步移动所述光掩模环和所述支撑网;

(e) 使辐射通过一部分所述第一光掩模环, 直接到达层叠在一部分所述支撑网上的所述微型杯的顶部开口上的正性作用的光致抗蚀剂上, 所述一部分所述支撑网与所述第一光掩模环的所述辐射通过的所述部分基本上平行取向, 以通过所述第一光掩模环的所述透明区域使所述正性作用的光致抗蚀剂图形曝光, 并使对应于所述所述第一光掩模环的所述不透明区域的正性作用的光致抗蚀剂保持未曝光;

(f) 去除所述曝光的正性作用的光致抗蚀剂, 以对所述第一组预选的微型杯重开口, 以及

(g) 用第一电泳显示颜料/溶剂组分或液晶显示组分填充所述重开口的所述第一组预选的微型杯。

28. 根据权利要求 27 所述的方法, 还包括密封所述经填充的第一组预选的微型杯的步骤。

29. 根据权利要求 28 所述的方法, 还包括以下步骤:

(i) 提供第二光掩模作为一个连续环, 所述连续环包括具有透明区域和不透明区域的图案, 且所述透明区域形式上对应第二组预选的微型杯的所述顶部开口;

(ii) 使辐射通过一部分所述第二光掩模环, 直接到达层叠在一部分所述支撑网上的所述微型杯的顶部开口上的正性作用的光致抗蚀剂上, 所述一部分所述支撑网与所述第二光掩模环的所述辐射通过的所述部分基本上平行取向, 以通过所述第二光掩模环的所述透明区域使所述正性作用的光

致抗蚀剂图形曝光,并使对应于所述第二光掩模环的所述不透明区域的正性作用的光致抗蚀剂保持未曝光;

(iii) 去除所述曝光的正性作用的光致抗蚀剂,以便对所述第二组预选的微型杯重开口,以及

(iv) 用第二电泳显示颜料/溶剂组分或液晶显示组分填充所述重开口的所述重开口的第二组预选的微型杯。

30. 根据权利要求 29 所述的方法,还包括密封所述经填充的第二组预选的微型杯的步骤。

31. 根据权利要求 30 所述的方法,还包括以下步骤:

(i) 提供第三光掩模作为一个连续环,所述连续环包括具有透明区域和不透明区域的图案,且所述透明区域形式上对应第三组预选的微型杯的所述顶部开口;

(ii) 使辐射通过一部分所述第三光掩模环,直接到达层叠在一部分所述支撑网上的所述微型杯的顶部开口上的正性作用的光致抗蚀剂上,所述一部分所述支撑网与所述第三光掩模环的所述辐射通过的所述部分基本上平行取向,以通过所述第三光掩模环的所述透明区域使所述正性作用的光致抗蚀剂图形曝光,并使对应于所述所述第三光掩模环的所述不透明区域的正性作用的光致抗蚀剂保持未曝光;

(iii) 去除所述曝光的正性作用的光致抗蚀剂,以便对所述第三组预选的微型杯重开口,以及

(iv) 用第三电泳显示颜料/溶剂组分或液晶显示组分填充所述重开口的所述第三组预选的微型杯。

32. 根据权利要求 31 所述的方法,还包括密封所述经填充的第三组预选的微型杯的步骤。

33. 根据权利要求 32 所述的装置,进一步包括在所述密封的第一、第二和第三组微型杯上层叠一用于寻址所述微型杯的顶部叠层。
34. 根据权利要求 33 所述的方法,其中所述顶部叠层涂布有粘合剂。
35. 一种光刻方法,包括通过与一移动的支撑网基片同步移动的光掩模进行图形曝光,其中所述支撑网基片包括聚对苯二甲酸乙酯、聚萘酸乙酯、或聚碳酸酯上的氧化铟锡,所述氧化铟锡涂布有辐射固化材料,且所述图形曝光是通过使辐射通过一部分所述光掩模、直接到达涂布在所述支撑网基片上的所述氧化铟锡上的所述辐射固化材料上实现的,所述支撑网基片与通过辐射的所述光掩模的所述部分基本上平行取向。
36. 根据权利要求 35 所述的方法,其中所述辐射固化材料是正性作用的光致抗蚀剂。
37. 根据权利要求 36 所述的方法,其中所述的支撑网基片是涂布有正性光致抗蚀剂的氧化铟锡/聚对苯二甲酸乙酯。
38. 根据权利要求 37 所述的方法,其中所述正性光致抗蚀剂在曝光后显影,以及所述氧化铟锡/聚对苯二甲酸乙酯经蚀刻以曝光离散的图案。
39. 根据权利要求 38 所述的方法,其中所述光致抗蚀剂是可剥离的。
40. 根据权利要求 7 所述的方法,其中所述的元件是导电区带。

41. 一种用于制备明确定义的结构装置，所述装置包括：

(a) 支撑网驱动机构，接合支撑网以可移动地导向所述支撑网，其中所述支撑网涂覆有一层辐射固化材料；

(b) 光掩模环，所述光掩模环包括形式上对应于所述明确定义的结构图案，用于选择性地图形曝光所述辐射固化材料；

(c) 光掩模定位机构，所述定位机构可使至少所述光掩模环的一部分定位为基本上与至少一部分所述支撑网平行取向；

(d) 光掩模驱动机构，用于基本上同向地平行移动所述支撑网的至少一部分和所述光掩模环带的至少一部分；

(e) 装在对所述光掩模环和所述支撑网适当位置的辐射源，以使辐射通过所述光掩模环的一部分，直接到达涂覆在所述支撑网的一部分上的所述辐射固化材料上，所述支撑网的所述部分与所述光掩模环通过辐射的所述部分基本上平行取向，用于选择性地图形曝光所述辐射固化材料，以及

(f) 靠近所述支撑网安装的溶剂涂布机构，用于涂布至少一种去除所述未曝光部分的溶剂。

42. 根据权利要求 41 所述的装置，其中所述光掩模环的至少一部分以及所述支撑网的至少一部分基本同速地移动。

43. 根据权利要求 41 所述的装置，其中所述的明确定义的结构是微型杯，并且

(a) 所述支撑网包括用于寻址所述微型杯的多个导电区带；

(b) 所述光掩模环的所述图案形式上对应所述微型杯, 用于直接和选择性图形曝光至少一部分所述辐射固化材料, 并保持至少另一部分所述辐射固化材料未曝光。

44. 根据权利要求 43 所述的装置, 其中所述的导电区带对可见光是透明的。

45. 一种用于制备多色显示器的装置, 所述装置包括:

(a) 支撑网驱动机构, 接合支撑网以可移动地导向所述支撑网, 其中所述支撑网包括设置在其上的多个预成型的微型杯, 并且每个预成型的微型杯具有一个顶部开口;

(b) 一层设置在所述微型杯上的正性作用的光致抗蚀剂, 用于封闭所述顶部开口;

(c) 一光掩模环, 所述光掩模环具有形式上对应于第一组预选的微型杯的顶部开口的图案, 用于选择性地图形曝光所述正性作用的光致抗蚀剂;

(d) 靠近所述支撑网安装的光掩模定位机构, 所述定位机构用于将至少一部分所述支撑网相对于所述光掩模环的至少一部分定位为基本上平行取向;

(e) 光掩模驱动机构, 用于基本上同向地平行移动所述支撑网的至少一部分和所述光掩模环的至少一部分;

(f) 装在对所述光掩模环和所述支撑网适当位置的辐射源, 以使辐射通过所述光掩模环的一部分, 直接到达设置在所述微型杯上的所述正性作用的光致抗蚀剂上, 所述微型杯设置在所述支撑网的一部分上, 所述支撑网的所述部分与所述光掩模环通过辐射的所述部分基本上平行取向, 用于选择性地图形曝光所述正性作用的光致抗蚀剂的一部分, 并保持所述正性作用的光致抗蚀剂的至少另一部分未曝光, 以及

(g) 靠近所述支撑网安装的溶剂涂布机构, 用于涂布至少一种用于去除所述曝光的正性作用的光致抗蚀剂的溶剂, 以便使所述第一组预选的微型杯的顶部开口重开口。

46. 根据权利要求 45 所述的装置, 还包括

(a) 靠近所述支撑网安装的填充机构, 用来以第一显示组分填充重开口的第一组预选的微型杯; 以及

(b) 靠近所述支撑网安装的密封机构, 用以仅密封经填充的第一组预选的微型杯。

47. 根据权利要求 46 所述的装置, 还包括靠近所述支撑网安装的层叠机构, 用以在密封的微型杯上层叠一顶部叠层, 所述顶部叠层包括多个用于寻址所述微型杯的导电区带。

48. 根据权利要求 47 所述的装置, 其中所述的导电区带对可见光是透明的。

49. 根据权利要求 46 所述的方法, 其中所述第一显示组分是电泳显示组分或液晶显示组分。

通过在基片支撑网上同步光刻曝光 进行辊对辊显示器制作的方法

简要说明

本申请是同一发明实体申请的一系列未决申请之一，涉及新颖的电泳和液晶图像显示器和组件，以及制造这种显示器和组件的新颖方法。在这些相关的申请中披露的本系列发明的某些内容也在本申请中披露。在本申请中对所披露任何特别的发明课题内容未提出权力要求，不能解释为申请人有意放弃对这些课题内容的专利保护。

发明领域

本发明涉及电泳显示器，特别涉及制造包含明确定义的形状、尺寸、和纵横比的盒的显示器件的制造方法和工艺，用分散在溶剂中的带电颜料微粒填充该盒。所披露的方法包括在感光支撑网上进行同步光刻法曝光、用辊对辊方法制作电泳显示器。

与本发明相关的背景技术

电泳显示器是一种非发射性的装置，基于电泳现象影响悬浮在溶剂中的带电颜料微粒的原理。这种显示器普通型首次于1969年提出。电泳显示器的典型构成包括一对相对放置，用预先确定两电极板之间距离的间隔物进行空间分隔的板状电极。通常其中的一个电极板是透明的。两极板之间封装有着色溶剂和悬浮的带电颜料微粒。

当在二电极之间施加一电压差时，由于受到带有与颜料微粒极性相反电荷极板的吸引，颜料微粒将迁移至该侧。因而可以通过极板选择性带电，使通过透明极板看到的颜色为溶剂的颜色或颜料微粒的颜色。改变极板极性，颜料微粒会向相对的极板迁移，从而显现相反的颜色。不同的过渡色（灰色梯度）是由透明极板处的过渡的颜料密度决定，可通过控制电压和充电时间来获得。

电泳显示器相对其它类型的平板显示器的优势之一，是其耗电量非常低。这一突出优点使得电泳显示器特别适合便携式和电池供电设备，例如笔记本电脑、移动电话、个人数字辅助装置、便携式电子医疗和诊断装置、全球定位系统装置等。

为了避免不希望的微粒迁移（例如沉淀），有人提出了在两个电极之间分区的办法，将两个电极之间的空间分成小的单元。参见 M.A.Hopper 和 V.Novotny, 电气和电子工程师协会会报-《电子装置》（*IEEE Trans. Electron Device*），ED-26，8，pp1148-1152（1979）。然而，在分区式电泳显示器的情况下，形成分区以及悬浮物密封处理存在一定困难。此外，分区式电泳显示器中难于使不同颜色的悬浮物保持分离。

现有技术试图把悬浮物密封在微胶囊中。美国专利 No. 5,961,804 和美国专利 No. 5,930,026 中说明了微胶囊化的电泳显示器。这些显示器具有基本二维的微胶囊阵列，其中每个微胶囊都含有由介电流体和带电的颜料微粒悬浮物（在视觉上与介电溶剂形成对比）所组成的电泳组分。该微胶囊的形成可借助于界面聚合、原位聚合、或者诸如物理处理、液体固化、或简单/复杂凝聚等其它已知的方法。在微胶囊形成之后，可以将其注入装有两个隔离电极的盒中，或者将其“印刷”或涂布在透明的导电膜上。该微胶囊也可以被固定在透明的基材或粘合剂内，其自身会被夹在两个极板之间。

利用这些现有工艺方法，特别是美国专利第 5,930,026 号、第 5,961,804 号、以及第 6,017,584 号，其披露的用微胶囊方法制备的电泳显示器存在许多缺点。例如，由于微胶囊壁的化学性质受到对环境变化的敏感度（特别是对于湿度和温度的敏感度），造成对微胶囊方法制造的电泳显示器的不利影响。其次，由于胶囊的薄壁面与较大的微粒尺寸，使微胶囊方法制造的电泳显示器具有较差的抗刮性。为改进该显示器的操作性，将微胶囊嵌埋于大量的聚合物基材中。但是，由于二电极间距增大，使回应时间变长；而且，由于颜料微粒的低有效负载，使对比度降低。因为电荷控制剂在该微胶囊制备期间趋于扩散至水/油界面，致使难于增加颜料微粒的表面电荷密度。微胶囊中颜料微粒的低电荷密度或 ζ 电位，也使其灵敏度降低。此外，因为微胶囊的大微粒尺寸和大范围分布，对于色彩应用而言，此类型的现有技术电泳显示器具有较低的分辨率和寻址能力。

发明综述

本发明的电泳显示器由具有明确定义的形状、尺寸和纵横比的盒组成，并且这些盒由分散于存在视觉对比的介电溶剂中的带电荷颜料微粒填充。

本发明还涉及一种新颖的辊对辊方法和设备，其可使显示器的制造通过同步光刻方法连续进行。同步辊对辊方法和设备也可用于制造液晶显示器（LCD），以及用于制造电子器件的其它结构和组件。

本发明的一个实施例涉及多个微型杯的制作，各微型杯彼此作为各部分整体地共同构成二维阵列，优选在支撑网上形成，该支撑网包括图案化的导电膜，例如可寻址的氧化铟锡（ITO）区带。阵列组件中的每个微型杯，都填充有分散在介电溶剂中的颜料微粒的悬浮物或分散物，并经密封形成一个电泳盒。

在其上形成微型杯的基片支撑网,优选包括含有预成形的导电膜(例如ITO导电区带)的显示器寻址阵列。用辐射固化的聚合物前体物层涂布导电膜(ITO区带)和支撑网。对该膜和前体物层在辐射下进行图形曝光(见下文详细说明),以形成微型杯壁结构。曝光后,从未曝光的区域去除前体物材料,保留粘结在导电膜/支撑网上固化的微型杯壁。可以用紫外光或其它形式的辐射进行图形曝光,通过光掩模产生涂布在导电膜上的辐射固化材料的曝光图形或预定图案。尽管通常是不需要的,光掩模可以被定位并且与导电膜(也就是ITO区带)对正,这样透明的光掩模部分套准ITO区带之间的空间,不透明的光掩模部分套准ITO材料(预备成为微型杯盒底的区域)。

另外,可以用预定图案凸模模压涂布在导电膜上的热塑或热固前体物层,随后脱模制备微型杯阵列。可以通过辐射、冷却、溶剂蒸发或其它方法硬化前体物层。我们于2000年3月4日提交的未决专利申请,题目为“改进的电泳显示器及其新颖的制造方法”(An Improved Electrophoretic Display and Novel Process for Its Manufacture)中包括这种新颖的微模压加工方法。

具有宽范围的尺寸、形状和开口比率的耐溶剂的、热机械性稳定的微型杯,可以用上述任一种方法制备。

本发明的另一个实施例涉及用微型杯组件制造单色电泳显示器,在微型杯中填充单色颜料悬浮组分,密封微型杯,最后用预涂有粘合剂层的第二导电膜层叠该微型杯阵列。

本发明的另一个实施例涉及利用依次打开微型杯组件、填充预选微型杯组的方法,以制造彩色电泳显示器。此方法包括用正性作用光致抗蚀剂层叠或涂布预制的微型杯,通过对正性作用光致抗蚀剂图形曝光,在显影后,选择性地打开一定数量的微型杯,在开口的微型杯中填充带颜色的电泳流体,然后用密封方法密封填充过的

微型杯。可以重复这些步骤以制作填充不同颜色电泳流体的密封微型杯。这样，可以在预定区域的阵列填充不同颜色的组分，形成彩色的电泳显示器。各种现有技术的颜料和染料，可为溶剂相和悬浮微粒提供很宽的颜色选择范围。可以采用现有技术的流体涂布和填充装置。

本发明的另一个实施例是关于同步辊对辊光刻工艺曝光的方法和设备，它可用于多种有用的工艺中，包括微型杯阵列制作工艺和选择填充微型杯阵列形成彩色显示组件的工艺。图形辊对辊光刻工艺曝光可通过同步移动光掩模和感光支撑网很好地进行，以使加工件（如微型杯阵列或彩色显示器件）以连续和无缝的方式进行图形曝光。

预定图案的光掩模可以是延伸、连续、形成环状的带。光掩模图案对应微型杯阵列结构或其它附属装置，如微型杯壁和顶部开口。该光掩模使微型杯阵列结构的图形通过光掩模辐射投影。此“图形”曝光使辐射敏感材料有选择地曝光形成图形结构，同时使中间部分材料不曝光。用一定位装置支撑和定位光掩模环带，使光掩模和支撑网靠近，而且一部分光掩模环带基本上和需曝光的支撑网的一部分平行。

光掩模和支撑网的同步移动包括靠近支撑网的光掩模环带的部分与支撑网平行同向地移动。实际上，光掩模环带是与靠近曝光的支撑网部分接近平行同步“转动”，以此在曝光期间保持图形定位。支撑网和光掩模的相关移动是受控制的，这样光掩模上的微型杯图案和曝光期间投影在支撑网上的相应结构保持定位。在一连续同步移动和曝光处理中，在曝光期间支撑网、光掩模在同一方向以相同的速度移动，以保持这种持续定位。

另外，可采用半连续同步移动，其中光掩模和支撑网在曝光之前的移动距离同量增加，但在曝光期间保持固定。

对于辊对辊工艺，可采用耦合、或反馈电路、或普通驱动使光掩模与支撑网同步运动，保持协调（即同速移动）。

对于离散图案化的微型杯阵列制备，该辊对辊光刻曝光设备能够将涂有辐射固化组分的导电膜/支撑网作为连续带进行高速处理。曝光后，支撑网进入显影区，在此处除去未曝光的材料，形成微型杯壁结构。微型杯和 ITO 区带优选具有适宜的选择尺寸，并与光掩模协调定位，因此每个完成的盒（也就是填充的和密封的微型杯）可以离散寻址并由显示器处理器控制。可以通过在基片支撑网上进行湿法或干法蚀刻工艺预先形成 ITO 区带。

对于用微型杯阵列制作彩色显示器，用本发明的同步辊对辊曝光光刻方法，可以实现在预选的微型杯盒组中选择性开口、填充、和密封。

可以用正性作用光致抗蚀剂层叠或涂布该制成的微型杯阵列，从而临时密封微型杯，然后对密封的微型杯阵列进行图形曝光（例如，使用相应的光掩模）选择性曝光所需的微型杯组顶部开口。可使用现有技术的层叠和涂布装置。然后可以用显影剂去除曝光的光致抗蚀剂，打开所选择的微型杯组的顶部。在此上下文中术语“显影剂”是指现有技术的适当的、选择性去除曝光光致抗蚀剂，同时保留未曝光的光致抗蚀剂的制剂。

这样，微型杯阵列可以按预定的盒图案依次填充几种不同颜色的组分（一般是三原色）。例如，图形曝光工艺可使用正性光致抗蚀剂顶部叠层、初步密封空微型杯。然后通过光掩模曝光微型杯（如，辊对辊工艺中描述的环带状光掩模），使之仅对第一次所选的微型杯组曝光。用显影剂显影去除曝光的光致抗蚀剂，打开首选的微型杯组，使其填充选择的彩色颜料分散组分，然后用本文描述的方法之一进行密封。重复曝光和显影工艺，使第二次选择的微型

杯组曝光和开口，以便填充第二次选择的颜料分散组分，然后密封。最后，去除剩余的光致抗蚀剂，进行第三微型杯组填充和密封。

本发明的另一个实施例涉及用分散于电泳流体的带电颜料微粒分散物填充微型杯，之后密封该微型杯。优选地，在填充步骤之前，于电泳流体中分散一种热塑性或热固性前体物来完成密封。该热塑性或热固性前体物和介电溶剂是不相溶的，并且比重低于该溶剂和颜料微粒。填充之后，热塑性或热固性前体物在电泳液中进行相分离，形成浮在液体顶部的漂浮层。

微型杯的密封可以很方便地通过溶剂蒸发、界面反应、湿气、热或辐射使前体物层硬化来完成。尽管两种或更多种如上所述的固化机理的结合可以增加密封的生产能力，但紫外光辐射是最优选的微型杯密封方法。另外，可以通过将含有热塑性或热固性前体物的溶液涂布在所述电泳流体的表面来完成密封。为了减少或消除涂布处理期间的内部混合程度，最好使用与电泳流体不互溶且比重低于介电流体的密封组分。可通过溶剂蒸发、界面反应、湿气、热、辐射、或固化机理的结合，使前体物硬化来完成密封。这些密封方法是本发明独特的特征。

如果用具有适当与各向同性微型杯材料相匹配的寻常折射率的液晶组分取代上述电泳流体，则本发明的方法可用来制作液晶显示器。在“接通”状态液晶在微型杯中按电场方向取向，并且是透明的。在“关断”状态，液晶是不规则排列的，对光产生散射。为了最大化光散射效果，微型杯的直径一般为 0.5 到 10 微米。

总的来说，本发明的辊对辊工艺可以通过携带和引导支撑网依次到达多个工艺位置来对单独连续支撑网进行一系列的处理。

例如，微型杯可以连续地依次进行制作、填充、密封和层叠。

除了微型杯阵列的制作和填充,同步辊对辊工艺可以用于制备多种结构或离散图案,用于可在支撑网基材上形成的电子装置,如柔性电路板等。对于此处描述的用于电泳显示器微型杯的工艺和设备,要制备一个预定图案的光掩模,其包括多个与所述装置的结构单元相对应的光掩模组成部分。每个这样的光掩模区可以预选择对辐射透明、或对辐射不透明,以在曝光期间在支撑网相对应的部分形成这些结构单元的图像。本发明的方法可以在制作过程中用于结构材料的选择性固化,或用于正性或负性作用光致抗蚀剂材料的曝光。

因为所披露的这些多步骤处理可通过辊对辊连续或半连续操作进行,所以适用于大批量和低成本生产。就大批量生产而言,与其他方法相比,这些方法效率高并且成本低。依据本发明制作的电泳显示器对环境不敏感,例如湿度和温度。该显示器很薄、柔性、耐用、易操作,并且款式多样。由于根据本发明的电泳显示器具有良好的纵横比和明确定义的形状和尺寸,双稳定反射式显示器具有突出的颜色重复寻址性能、高对比度、和快速切换率。另外,本发明所披露的设备和方法适于低成本大批量生产的电泳显示器(EPDs),使该具有低能耗特点的电泳显示器对用户、科研、商业和工业电子器件有更大的适用性。

附图简要说明

图1是本发明的电泳显示器的剖面示意图,表示在未施加电压情况下的三个微型杯盒。

图2是图1中电泳显示器的剖面示意图,但是其中两个盒带电,使颜料颗粒迁移至一侧电极板。

图 3A-3C 为用本发明的方法制作的有代表性的一组微型杯阵列的轮廓。图 3A 为透视图，图 3B 为俯视图，图 3C 为正视图，为了表示清楚放大了垂直刻度。

图 4A-4D 是一系列本发明代表性微型杯阵列剖面图，说明本发明优选电泳显示器的制作方法步骤，此例为单色显示器。

图 5A 和图 5B 图示用于制备微型杯的基本处理步骤，包括通过光掩模（顶部曝光）用紫外光对涂布有热固性前体物的导电膜进行图形光蚀刻曝光。

图 6A 和图 6B 图示用于制备微型杯的另一种处理步骤，包括用紫外光对涂布有热固性前体物的导电膜进行图形光刻曝光，其中透明基片上的底部导体图形代替光掩模（底部曝光），并且对辐射不透明。

图 7A 和图 7B 图示结合顶部曝光和底部曝光原理进行图形光刻工艺曝光制作微型杯的另一种工艺步骤，其中微型杯壁通过光掩模顶部曝光在一个横向固化，通过不透明的基底导体膜进行底部曝光，在垂直于该横向的方向固化（组合曝光）。

图 8、图 8A 和图 8B 图示用本发明新颖的同步辊对辊光刻工艺设备实现图 5A-B 处理的方法步骤。

图 9A 到 9H 图示用本发明的方法制备多色电泳显示器的例子。

图 10、图 10A、和 10B 图示用本发明新颖的同步辊对辊光刻工艺设备，用正性作用光致抗蚀剂层叠或涂布，实现图 9A-H 的处理步骤。

图 11 示意性地说明制作一种三色电泳显示器微型杯阵列组件的有代表性的半连续工艺。

发明详述

下文以实施例形式对本发明进行详细描述，这些实施例不能构成对本发明的限定。本说明书可以使本领域技术人员制作和应用本发明，并且描述了本发明的几个具体实施例、调整、变化、选择和使用，包括目前认为的最佳实施方式。

在这点上，由于本发明的复杂性，有很多部分、内部关系和附属结构，不能简单地用一张图表示清楚，因而借助若干张图纸进行说明。因此，采用多张示意图表达，或省略所披露本发明技术特征、方面、或原理的非基本部分。这样，一个特征的优选实施例可以在一个图中表示，另外一个特征可在另一图中表示。

在此给出的实施例可以使本领域技术人员清楚地理解和实施本发明。这些示例性的工艺、方法、组分、和设备，不能被认为是对本发明范围的限制，仅用作为示范性说明。

说明书中所引述的出版物和专利申请在此一并作为参考，即对每一所提到的单独出版物、或专利申请指定为参考文献。

定义

除非本说明书中另有说明，在此使用的所有技术术语都是本领域技术人员通常使用并理解的惯用定义。

术语“微型杯”一词是指杯状的凹处，可以用如微模压或图形曝光等方法制作。类似的，上下文中复数形式“微型杯”一般指微型杯组合，包括多个微型杯整体形成、或结合形成二维结构的微型杯阵列。

在本发明的上下文中，术语“盒”指的是由一密封微型杯所形成的独立的单位。该盒以分散在溶剂中、或溶剂混合物中的带电荷颜料微粒填充。

当说明该微型杯或盒时，术语“有明确定义的”是指该微型杯或盒具有根据本工艺的特定参数预先确定的明确的形状、尺寸和纵横比。

术语“纵横比”一词为电泳显示器中常用术语。在本申请中，用在微型杯上的术语“纵横比”指的是微型杯开口的深度与宽度比、或深度与直径比。

术语“图形曝光”意指对辐射固化材料或光致抗蚀剂组分进行辐射曝光，例如使用本发明的方法之一进行 UV（紫外光）辐射，其中控制材料曝光部分以形成与微型杯结构对应的图案或图像，例如，限于对应微型杯壁材料部分进行曝光，保留微型杯的底部不曝光。在选择性打开微型杯阵列预定部分光致抗蚀剂的情况下，图形曝光意指与微型杯开口相对应的部分材料曝光，保留微型杯壁不曝光。该图案或图像可以利用光掩模曝光的方式形成，或通过控制粒子束曝光等方式进行。

本发明的微型杯阵列及方法

图 1 和图 2 是典型的微型杯阵列组件实施例截面图示意图，为清晰而简化，给出微型杯阵列组件 10 的三个微型杯盒 12a、12b 和 12c。

如图 1 所示，阵列 10 的每个盒 12 包括两个电极板 11、13，至少有一块电极板 11 是透明的，例如氧化铟锡（ITO）电极，电极 11、13 构成盒 12 的两个相对面。

微型杯盒阵列组件 **10** 由多个盒构成, 这些盒在一个平面内彼此邻近排布形成封装在两个电极层 **11** 和 **13** 之间的盒层 **12**。所表示的三个示意性的盒 **12a**、**12b**、和 **12c**, 被它们各自的电极板 **11a**、**11b**、和 **11c**、(透明板) 和 **13a**、**13b**、和 **13c** (背板) 限定, 可以理解, 多个此类盒的适宜的二维方向排布 (在图 1 中, 平面的左/右和内/外方向), 形成任选面积和二维形状的片状显示器件。同样地, 几个微型杯盒可以封装于整个电极板 **11** 或 **13** 之间, 尽管为了清楚表示, 在图 1 中每个盒 **12** 都封于具有单个盒宽的单个电极板 **11** 和 **13** 之间。

彩色介电溶剂 **14** 中有分散或悬浮的带电颜料微粒 **15**, 用以填充有明确定义的形状和尺寸的盒。每个盒 **12** 可以填充相同组分的颜料和溶剂 (例如用于单色显示), 或可以填充不同的颜料和溶剂组分 (例如用于全色显示)。图 1 表示了三种不同颜色组合, 每个盒 **12a**、**12b**、和 **12c** 以不同阴影线形式表示, 溶剂分别为 **14a**、**14b**、和 **14c**, 颜料微粒也被分别指定为 **15a**、**15b**、**15c**。

每个微型杯盒 **12** 由密封壁 **16** 在四周形成盒的边界 (在阵列 **10** 的平面内, 以及微型杯底 **17** 限定该盒的一个面, 在此例中, 这个面与电极 **13** 相邻)。在对面上 (紧邻电极 **11**) 每个盒都有密封盖部分 **18**。这里密封盖部分紧邻透明电极 **11** (如图 1 所示), 密封盖 **18** 由透明组分构成。尽管在图 1 的实施例, 微型杯底 **17** 和密封盖 **18** 被表示为分开的盒部分, 它们分别和邻近的电极 **13** 和 **11** 区别, 但是本发明的微型杯阵列 **10** 的实施例可以包括一体的微型杯底/电极结构、或密封盖/电极结构。

图 2 是图 1 中电泳显示器的示意性截面图, 但是其中两个加电荷的盒 (**12a** 和 **12c**), 使颜料移动到一块电极板上。当在两电极 **11**、**13** 之间施加一电压差时, 带电荷的微粒 **15** 迁移到一侧 (即迁移至电极 **11** 或 **13**, 取决于微粒和电极的电荷), 这样可以通过透明导电

膜 11 看到颜料微粒 15 的颜色、或溶剂 14 的颜色。至少两个导体 11 或 13 之一是图案化的（分开的可寻址区），允许对应每个盒、或某组预定的盒（如形成一个像素）建立选择性电场。

在图 2 的例子中，所示的两个盒 12a 和 12c 是带电荷的，其中的颜料 15a 和 15c 已经移到各自的透明电极板 11a 和 11c。所余的盒 12b 保持中性（颜料 15b 分散在溶剂 14b 中）。

图 3A-3C 表示用本发明的方法制作的微型杯阵列的典型部分的轮廓，图 3A 表示一透视图，图 3B 表示一平面图，图 3C 表示一正面图，为了清楚，放大了垂直刻度。对于反射型电泳显示器，每个单独的微型杯开口的面积较好为约 10^2 至 5×10^5 平方微米，优选为约 10^3 至 5×10^4 平方微米。微型杯 12 的宽度 W （相邻的杯壁 16 之间的距离），可以在很宽的范围改变，并且可选择以适应最终显示器特点。微型杯开口的宽度 W （从微型杯开口的一边到另一边）较好为约 15 至 450 微米，优选为约 25 至 300 微米。每个微型杯可以构成最终显示器一个像素的一小部分，或者一完整像素。

杯壁厚度 t 和杯的宽度 W 有关，可以在很大范围内改变，并且可以选择以适应所需最终显示器的特点。微型杯壁厚度通常为微型杯宽度乘以约 0.01 至 1，优选为微型杯宽度乘以约 0.05 至 0.25。较好的开口对壁的面积比是约 0.05 至 100，优选为约 0.4 至约 20。

为了表示清楚，微型杯壁的高度 h （该尺寸确定微型杯的深度）采用放大的比例尺寸表示。尽管杯壁高度相对于杯的宽度 W 有较宽的范围，最适宜的高度取决于溶剂和颜料特性和所需操作电场。这样就可以进行选择杯壁高度，最佳化显示器回应特性，并且不需要与盒宽度有任何固定的关系。杯壁高度与小微型杯宽度的比例一般大于其与大微型杯的宽度比。通常杯壁高度小于微型杯宽度。优选的微型杯高度约 3 至约 100 微米，最优选的约为 10 至约 50 微米。

为便于简单和清楚地描述,说明书中假定本发明的微型杯是方形的,以线性二维方式排列。然而,微型杯不必需为方形,也可以是矩形、圆形、或所需的更复杂的形状。例如,微型杯可以是六角形的,并按六角形紧密阵列排列,或者,三角形微型杯可以取向形成六角形子阵列,其可以依次排列在六角形紧密阵列中。

总体来说,微型杯可以是任何形状的,并且它们的尺寸和形状可以在整个显示器中变化。这在彩色电泳显示器中是有利的。为使视觉效果最好,可以制作具有不同形状和尺寸的混合微型杯。例如,填充有红色分散物的微型杯可能与绿色微型杯、或蓝色微型杯在形状和尺寸上有所不同。更进一步,一个像素可以由不同颜色的不同数量的微型杯组成。例如,一个像素可以由一定数量小的绿微型杯、一定数量大的红微型杯、和一定数量小的蓝微型杯组成。对三种颜色来说,不必要具有相同的形状和数量。

微型杯的开口可以是圆形、正方形、矩形、六角形、或任何其它形状。开口之间的间隔面积要尽量小,以便在保持令人满意的机械性能同时,获得高色彩饱和度和对比度。因此,蜂巢状的开口比其他形状(例如比圆形开口)更好。

采用微型杯阵列的电泳显示器制备

图 4A-4D 示意性地说明了制备微型杯阵列的优选方法。

如图4A所示,微型杯阵列**40**可以用本发明的可选方法中的任意一种制备,见图5、6和7中所示的实施例。这里所描述的方法制备的未填充的微型杯阵列一般包括基片支撑网**43**,其上附有一基底电极**42**。微型杯壁**41**从基片支撑网**43**向上延伸形成开口杯。

如图 4B 所示,用分散在着色的介电溶剂组分 **44** 中的带电颜料微粒 **45** 的悬浮物填充微型杯。在所示例子中,该组分在每个杯中

都是相同的，即为单色显示器情形。在下面的图 9 中，示意说明了一种彩色显示器组件，采用三种不同颜色的溶剂/颜料组分。

如图 4C 所示，进行填充之后，用一密封层或盖层 **46** 密封微型杯，其与微型杯壁粘接，阻止溶剂泄露。在目前的一种优选的密封方法中，将一热固性前体物密封组分 **46a** 加入到溶剂/颜料组分 **44/45** 中。优选的热固性前体物组分 **46a** 不容易在溶剂中混合或溶解，并且比溶剂和颜料微粒的比重低。该热固性前体物 **46a** 分离并在液相溶剂 **44** 的上部形成一表面漂浮层。然后优选用辐射固化该热固性前体物 **46a**，例如紫外光（或热和湿气），形成一粘接的密封盖 **46b**，封住微型杯 **40**。另外，可以通过在电泳流体表面直接涂布并固化一层热固性前体物组分，完成微型杯的密封。有关密封方法的详细描述见下文。

如图 4D 所示，用第二导电膜 **47** 层叠于密封的电泳微型杯盒 **40** 阵列上，优选预涂布粘合剂层 **48** 的导体 **47**，粘合剂层可以是压敏粘合剂、热熔粘合剂、或热、湿、或辐射固化粘合剂。如果顶部导电膜对辐射是透明的，可以通过例如用紫外光辐射，穿过顶部导电膜对所层叠的粘合剂进行后固化。

颜料/溶剂悬浮物或分散物组分的制备

正如这里对本发明的电泳显示器的不同的实施例的描述，优选分散在介电溶剂中的带电颜料微粒填充微型杯（例如在图 4B 中的溶剂 **44** 和颜料微粒 **45**）。可以用本领域现有的方法制备分散物，例如美国专利 No. 6,017,584、No. 5,914,806、No. 5,573,711、No. 5,403,518、No. 5,380,362、No. 4,680,103、No. 4,285,801、No. 4,093,534、No. 4,071,430，以及 No. 3,668,106。还可以参考电气和电子工程师协会会报-《电子装置》（*IEEE Trans. Electron Device*, ED-24,827(1997)），以及 *J.Appl.Phys.*49(9)，4820(1978)。

带电的颜料微粒与微粒所分散或悬浮的介质在视觉上形成对比。该介质是介电溶剂，优选具有低粘度，并且介电常数大约在 2 至 30 范围内，为获得高颗粒迁移率，优选范围大约 2 至 15。适当的介电溶剂的例子包括碳氢化合物，例如：萘烷（DECALIN）、5-亚乙基-2-降冰片烯（5-ethylidene-2-norbornene）、脂肪油、蜡下油（paraffin oil）；芳烃例如甲苯、二甲苯、苯基二甲苯基乙烷、十二烷基苯、和烷基萘；卤化的溶剂例如二氯苯三氟化物（dichlorobenzotrifluoride）、3,4,5-三氯三氟甲苯（3,4,5-trichlorobenzotrifluoride）、一氯五氟化苯（chloropentafluoro-benzene）、二氯壬烷、五氟化苯；以及氟化溶剂如全氟化萘烷、全氟化甲苯、全氟化二甲苯，由 3M 公司（明尼苏达州，St. Paul）生产的 FC-43、FC-70 和 FC-5060；低分子量含卤素聚合物例如由 TCI 公司（美国俄勒冈州波特兰）生产的聚（全氟氧化丙烯）（poly（perfluoropropylene oxide））、聚（一氯三氟乙烯）例如由 Halocarbon Product 公司（新泽西州 River Edge）生产的如卤烃油（Halocarbon oil），全氟聚烷基醚（perfluoropolyalkylether）例如 Ausimont 公司出产的 Galden、HT-200、和 Fluorolink，或 Dupont 公司（特拉华州）生产的 Krytox Oils 和 Greases K-Fluid 系列。在另一优选实施例中，使用聚氯三氟乙烯作为介电溶剂。在另一优选的实施例中，使用聚（全氟氧化丙烯）（poly（perfluoropropylene oxide））作为介电溶剂。

非移动性的流体着色剂可以由染料或颜料制成。非离子的偶氮和蒽醌染料特别有用。有用的染料例子非限定性地包括：Pylam 公司（亚利桑那州）生产的油溶红 ENG（Oil Red EGN）、苏丹红、苏丹蓝、油溶蓝、Macrolex Blue、溶剂蓝 35（Solvent Blue 35）、Pylam 醇溶黑（Spirit Black）、和快速醇溶黑（Fast Spirit Black）；Aldrich 公司生产的苏丹黑 B（Sudan Black B），BASF 公司生产的 Thermoplastic black X-70，Aldrich 公司生产的蒽醌蓝、蒽醌黄 114、蒽醌红 111、135，蒽醌绿 28。当使用全氟溶剂时氟化染料特别有用。在使用颜

料的情况下，用于产生介质颜色的非移动颜料微粒也可以分散在非导电性介质中，这些颜料微粒最好是不带电荷的。如果在介质中的用于产生颜色的非移动颜料微粒带电荷，它们携带的电荷最好与带电的移动颜料微粒的电荷相反。如果两种颜料携带相同的电荷，那么它们应具有不同的电荷密度，或不同的电泳移动率。在任何情况下，用于产生介质颜色的非移动的着色剂染料或颜料必须是化学性质稳定并与悬浮液中其它成分相容。

带电荷、移动性的颜料微粒可以是有机或无机颜料，例如 Sun Chemical 公司生产的 TiO_2 、酞青蓝、酞青绿、二芳基黄、二芳基 AAOT 黄、和喹吖啶酮、偶氮、若丹明、茈系颜料 (perylene pigment series); Kanto 化学公司生产的汉撒黄 G (Hansa yellow G) 微粒，以及 Fisher 公司生产的碳灯黑 (Carbon Lampblack)。优选的微粒尺寸是亚微米级。这些微粒应具有可接受的光学特性，不应被介电溶剂膨胀或软化，并且应是化学稳定的。在正常的操作条件下，所产生的悬浮物必须稳定且能抗沉淀、乳化、或絮凝。

移动性的颜料微粒可以具有自带电荷，或可以直接使用电荷控制剂使之带电荷，或当悬浮在介电溶剂中时获得电荷。适当的电荷控制剂是本领域熟知的，它们可以是聚合性或非聚合性的，也可以是离子的或非离子的，包括离子表面活性剂例如气溶胶邻联甲苯胺 (Aersol OT)、十二烷基苯磺酸钠、金属皂、聚丁烯琥珀酰亚胺、马来酐共聚物、丁吡共聚物、乙烯基吡咯烷酮共聚物(如 International Specialty Products 公司生产的 Ganex)、(甲基)丙烯酸共聚物、N,N-二甲胺基乙基(甲基)丙烯酸酯共聚物[N,N-dimethylaminoethyl] (meth) acrylate copolymers]。氟表面活性剂在全氟化碳溶剂中作为电荷控制剂特别有用。这包括 FC 氟表面活性剂如 3M 公司生产的 FC-170C、FC-171、FC-176、FC-430、FC-431、和 FC-740，以及 Dupont 公司生产的 Zonyl 氟表面活性剂如 Zonyl FSA、FSE、FSN、FSN-100、FSO、FSO-100、FSD 和 UR。

合适的带电颜料分散物可以用任何现有的方法制备，包括研磨、碾磨、磨碎、气流磨（microfluidizing）、和超声波技术。例如，将细粉状的颜料微粒加入到悬浮溶剂中，所获混合物经几小时球磨或磨碎，将高度团聚的干颜料粉分散成初级的微粒。尽管不是最理想的，但是在该球磨过程中，可将用于制作非移动性流动的着色剂的染料或颜料加入到悬浮物中。

可通过使用适当的聚合物将微粒微囊化，以消除颜料微粒的沉淀或乳化，使其比重与介电溶剂的比重一致。可用化学或物理方法完成颜料微粒的微囊化。典型的微囊化工艺包括界面聚合、原位聚合、相分离、凝聚、静电涂布、喷雾干燥、流化床涂布、以及溶剂蒸发。

对黑/白电泳显示器而言，该悬浮液包含分散于黑色溶剂中的带电的二氧化钛（ TiO_2 ）白色微粒，或分散在介电溶剂中的带电的黑色微粒。黑色染料或染料混合物可以用来产生溶剂的黑色，如 Pylam 公司生产的 Pylam 醇溶黑和快速醇溶黑，Aldrich 公司生产的苏丹黑 B，BASF 公司生产的 Thermoplastic Black X-70，或不溶性颜料如碳黑。对其它颜色的悬浮液，存在很多可能性。对于减色系统，带电荷 TiO_2 微粒可以悬浮在非导电性的蓝绿色、黄色、或品红色溶剂中。可以用染料或颜料产生该蓝绿色、黄色、或品红色。对于加色系统，带电荷二氧化钛微粒可以悬浮在用染料或颜料制成的红色、绿色、或蓝色的介电溶剂中。红色、绿色、蓝色系统优选适用于大多数应用。

实施例 1 颜料分散物

聚苯乙烯（0.89 克，Polysciences 公司生产，分子量 50,000）和 AOT（0.094 克，美国 Cyanamide 公司生产，二辛基硫琥珀酸钠）溶解在 17.77 克的热二甲苯中（Aldrich 公司生产）。Ti-Pure-R-706（6.25 克）加入到溶液中，并在研磨机中以 200 转/分钟的转速研磨

12 小时以上。得到一低粘度、稳定的分散物。Oil-blue N (0.25 克, Aldrich 公司生产) 加入到分散物中使之着色。然后, 在标准的、包括 24 微米间隔物分隔的两块 ITO 导体板的电泳盒中测试该悬浮物。在 80 伏电压下, 60 赫兹的切换速率, 8.5 毫秒的浮现时间, 观察到高对比度、白蓝交互的影像。

实施例 2 颜料分散物

除了使用 Aldrich 公司的油溶红 ENG, 重复实施例一的试验。在 60 伏电压下, 60 赫兹的切换速率, 12 毫秒的浮现时间, 观察到高对比度的红白交互的影像。

实施例 3 颜料分散物

Ti-Pure-R-706 (112 克) 在含有 11.2 克马来酸酐共聚物 (Baker Hughes X-5231)、24 克 3,4 二氯三氟甲苯、和 24 克 1,6 二氯己烷 (均来自 Aldrich 公司) 的溶液中, 用研磨机研磨。类似地, 12 克碳黑在含有 1.2 克的烷基化聚乙烯吡咯烷酮 (ISP 公司的 Ganex V216)、34 克 3,4 二氯三氟甲苯、34 克的 1,6 二氯己烷 (Aldrich 公司) 的溶液中, 在 100°C 下研磨。然后均匀混合两种分散物并测试。在 100 伏电压下, 最高 10 赫兹的切换速率, 以及 36 毫秒的浮现时间, 可以观察到高对比度的黑白影像。

实施例 4 颜料分散物

用均化器将 6.42 克 Ti-Pure-R-706 分散在溶液中, 该溶液含有 1.94 克 Ausimont 公司的 Fluorolink D、0.22 克的 Fluorolink 7004、0.37 克 3M 公司的氟化氰 (fluorinated cyan) 染料、以及 52.54 克 Ausimont 公司的全氟溶剂 HT-200。

实施例 5 颜料分散物

同实施例 4, 但 Ti-Pure-R-706 和 Fluorolink 分别由新泽西州休斯敦 Elimentis 公司的包裹聚合物的 TiO_2 微粒和 Dupont 公司的 Krytox 替代。

微型杯阵列的密封

已填充的阵列微型杯经封闭并密封, 如图 4C 所示。微型的密封有几种方法。如前面讨论过的, 一优选方案是将一种紫外光固化组分分散于电泳流体中, 该紫外光固化组分含有多官能团丙烯酸酯、丙烯酸低聚物、和光引发剂, 该电泳流体含有分散于着色介电溶剂中的带电荷颜料颗粒。紫外光固化组分与介电溶剂是不相容的, 其比重低于介电溶剂和颜料颗粒。这两种组分(电泳流体和紫外光固化组分)在径向混合器(in-line mixer)中经过充分混合后, 用 Myrad 棒、凹印版、刮刀片、开槽涂布或开缝涂布等精确的涂布机械装置, 立即涂布到微型杯上。多余的液体用刮片或类似装置刮掉。少量的弱溶剂或溶剂混合物如异丙醇、甲醇、或其水性溶液, 可以用于去除微型杯隔离壁上表面的残留电泳液。挥发性有机溶剂可用于控制电泳液的粘度和覆盖性。然后将这样填充的微型杯进行干燥, 紫外光固化密封组分就会浮到电泳液的表面。在升至表面过程中、或之后固化该紫外光固化组分, 从而密封微型杯。紫外光、或其他辐射源如可见光、红外线和电子束均可用于固化和密封微型杯。另外, 当使用热和湿气固化组分时, 也可以使用热或湿气固化并密封微型杯。

优选的介电溶剂组是卤代烃及其衍生物, 其具有理想的密度并对丙烯酸酯单体和低聚物有溶解度差别。可以使用表面活性剂改进电泳液和密封材料之间的粘合性和润湿性, 适用的表面活性剂包括 3M 公司的 FC 表面活性剂、Dupont 公司的 Zonyl 氟化表面活性剂、

氟化丙烯酸酯、氟化甲基丙烯酸酯、氟取代长链醇类、全氟取代长链羧酸、及其衍生物。

可选地，如果密封前体物与介电溶剂至少部分可溶，电泳液和密封前体物可以依次涂布到微型杯上。这样，微型杯密封可以通过在已经填充的微型杯上涂布一薄层热固性前体物（该前体物可以通过辐射、热、湿气、或界面反应固化）并且固化来完成。界面聚合后进行紫外光固化，对于密封过程非常有利。通过界面聚合形成一个薄的分隔层，使电泳层与外敷层之间的互相混合明显得到抑制。然后经过后固化步骤（优选紫外光辐射）完成密封。为了进一步降低互混程度，最好涂布层的比重明显低于电泳液的比重。挥发性有机溶剂可用于调节涂层的粘度和厚度。如果涂布层中使用了挥发性溶剂，其最好与介电溶剂不相溶。当所用的染料至少部分溶于热固性前体物时，这种两步涂布法特别适用。

实施例 6 微型杯的密封

在此本发明“一步”法实施例中，大约 0.05 毫升的紫外光固化组分分散在 0.4 毫升的介电溶剂中。该紫外光固化组分包含 HDDA（Aldrich 公司的 1,6-hexanediol diacrylate），其中有 1%（重量比）的联苯二甲缩酮（Sartomer 公司的 Esacure KBI）；该介电溶剂包含 3M 公司的 FC-43，其中有 0.5%（重量比）的 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-十九氟-1-癸醇（Aldrich 公司）。将所得分散物立即填充到微型杯阵列中。用刮片刮掉多余的液体。HDDA 溶液经过至少 30 秒允许发生相分离，并且进行紫外光辐射（10 毫瓦/平方厘米）固化大约 1 分钟。可以看到在微型杯顶部有一层硬质、透明的涂层，并且密封了微型杯。

实施例 7 微型杯的密封

在本实施例中，试验“两步”涂布和紫外光固化的方法。按照颜料分散物实施例 3 步骤制备电泳分散液，将其涂布到微型杯阵列上。在已填充的微型杯上涂布一薄层 Norland 光学粘合剂 NOA60（纽约新布鲁斯维克 Norland Products 公司）。用一 Mylar 膜除去多余的紫外光固化粘合剂，并用吸收纸清理干净。立即在 Loctite Zeta 7410 紫外光曝光装置下固化所涂布的粘合剂，大约进行 15 分钟。这些微型杯被完全密封，看不到任何气隙。用一 Mituyoyo 厚度规测量，该固化粘合剂层厚度约为 5-10 微米。

实施例 8 微型杯的密封

在本实施例中，试验了本发明的“两步”涂布和湿气固化的方法。除了采用俄亥俄州克伦巴斯的 Elmer' Products 公司的 Instant Krazy 胶替代 Norland 的粘合剂之外，重复微型杯密封实施例 2 的试验。之后，用空气中的湿气固化涂布的粘合剂 5 分钟。微型杯被完全密封，看不到任何气隙。用 Mitutoyo 厚度仪测量，该固化的粘合剂层的厚度约为 5-10 微米。

实施例 9 微型杯的密封

在本实施例中，采用本发明的两步涂布和界面聚合的方法。重复微型杯密封实施例 3 的试验，不同之处是用含有 0.3%（重量百分比）的四亚乙基五胺（Aldrich 公司）的 3,4-二氯三氟甲苯（3,4-dichlorobenzotrifluoride）溶液代替电泳液，用脂族聚异氰酸酯（aliphatic polyisocyanate）（Bayer 公司的 Desmodur N 3300）的无水乙醚溶液替代 Instant Krazy 胶。涂布后几乎立即可以看到一层高度交联的薄膜。在室温下乙醚挥发后，介电溶剂完全封在微型杯内，看不到任何气隙。

实施例 10 微型杯的密封

用 3M 公司的挥发性全氟助溶剂 FC-33，稀释实施例 4、5 所制备的全氟溶剂 HT-200 中的颜料分散物样品，并涂布到微型杯阵列上。待挥发性助溶剂挥发，露出部分填充的微型杯阵列。然后利用一个开口 6 密尔（mil）的万能刮刀涂布器将 7.5%聚异戊二烯的庚烷溶液涂布到该部分填充的微型杯上。然后在室温下干燥该经涂布的微型杯。在显微镜下可看到一约 7 微米厚的无缝密封层。在密封的微型杯中看到有少许气泡。样品经紫外光或热烘焙处理后，可进一步提高隔挡性能。

实施例 11 辐射固化材料的制备

表一所示的组分是用开口 3 密尔的镍络鸟型（Nickel Chrome Bird）型薄膜涂布器涂到 Mylar J101/200 厚支撑网上。溶液挥发后留下一层粘性膜，其玻璃化温度低于室温。通过一个光掩模曝光涂布后的支撑网，并用紫外光辐射源（例如金属氟化灯）固化。

表 1 PMMA -包含紫外固化组分

No.	说明	成分	供应商	份数
1	丙烯酸环氧树脂	Ebecryl 3605	UCB Chemicals	7.35
2	单体	Sartomer SR205	Sartomer	9.59
3	丙烯酸氨基甲酸乙酯	Ebecryl 6700	UCB Chemicals	4.87
4	聚甲基丙烯酸甲酯	Elvacite 2051	ICI	9.11
5	光引发剂	Darocur1173	Ciba	1.45
6	阳离子光引发剂	Cyracure UVI6976	Union Carbide	0.60
7	溶剂	丙酮	Aldrich	67.03
		总计		100.00

本发明中用于图形曝光后去除未固化组分的溶剂可以是常规的溶剂。该溶剂可以是传统溶剂或混合溶剂，所选溶剂应将图形固化组分的膨胀度降至最低。典型的溶剂包括丁酮（MEK）、戊酮（MPK）、乙酸乙酯（EtOAc）、丁醇（BuOH）、异丙醇、甲醇、环乙醇、二氯乙烷、三氯乙烷、甲氧基乙醇等。

实施例 12 辐射固化杯材料的制备

12 份 Ebecryl 600 (美国乔治亚州 Smyrna UCB Chemicals 公司), 2.7 份的 Ebecryl 4827, 1 份 Ebecryl 1360, 6 份 HDDA (UCB Chemicals 公司), 以及 1 份 Irgacure 500 (纽约 Tarrytown 的 Ciba Specialty 化学品公司) 与 5 份丁酮均匀混合。用 Myrad 棒将该溶液涂到 ITO/PET (氧化铟锡/聚对苯二甲酸乙酯) 薄膜表面, 目标干燥厚度为 50 微米。然后通过一个光掩模曝光涂布样品, 并用异丙醇显影。

实施例 13 辐射固化杯材料的制备

同实施例 12, 不同之处是改用下述配方: 12 份 Ebecryl 830, 5.5 份 SR399 (宾夕法尼亚州埃克斯顿 Sartomer 公司), 2 份 HDDA, 0.488 份 Ebecryl 1360, 0.1 份 Irgacure 369 (Ciba Specialty 化学品公司), 0.02 份 Aldrich 公司的异丙基噻吨酮 (ITX), 和 10 份丁酮。

实施例 14 辐射固化杯材料的制备

同实施例 13, 不同之处是改用下述配方: 7 份 Ebecryl 600, 8 份 SR399, 1 份 HDDA, 2.6 份 Ebecryl 4827, 1.4 份 Ebecryl 1360, 0.1 份 Irgacure 369, 0.02 份异丙基噻吨酮和 10 份丁酮。

微型杯组件制备的光蚀刻工艺法

如图 5、6、和 7 所示, 为制备本发明微型杯组件 (图 4 (40)) 的一般光刻工艺的具体实施例, 对本发明的同步辊对辊光刻工艺装置和方法的详细说明见下文。

顶部曝光法实施例

如图 5A 和 5B 所示, 可以通过下述方法制作微型杯阵列 **50**: 用现有技术方法将辐射固化材料 **51a** 涂到一层导电膜 **52** 上, 通过一光掩模 **56** 用紫外光 (或辐射, 电子束及其它类似方式) 曝光, 形成与通过光掩模 **56** 投影的图形对应的微型杯壁 **51b**。该底部导电膜 **52** 最好安装在一个基片支撑网上 **53**, 该网可以由塑料材料构成。

在图 5A 的光掩模 **56** 上, 深色方块 **54** 代表不透明区域, 深色方块之间的空隙代表掩模 **56** 的开口区 (透明) **55**。紫外光通过开口区 **55** 照射到辐射固化材料 **51a** 上。最好直接在辐射固化材料上 **51a** 进行曝光, 也就是说紫外光不通过基片 **53**, 也不通过底部导电膜 **52** (顶部曝光)。因此, 基片 **53** 和导电膜 **52** 都不需要对紫外光或其他所用波长的辐射透明。

如图 5B 所示, 曝光的区域 **51b** 变硬, 并且用一种适当的溶剂或显影剂去除未曝光区域 **51c** (被掩模 **56** 的不透明部分 **54** 掩盖), 形成微型杯 **57**。该溶剂或显影剂选自那些通常用于溶解或降低辐射固化材料粘度的物质, 例如丁酮、甲苯、丙酮、异丙醇等等。类似地, 还可通过将光掩模放置在导电膜/基片支撑网的下方来完成微型杯制作, 在这种情况下, 紫外光从底部透过光掩模进行辐射。

底部曝光及组合方法

如图 6A、6B、7A、7B 所示, 是本发明另外两种制备微型杯的图形曝光方法。这些方法使紫外光透过基片支撑网曝光, 用导电膜图形作为掩模。

图 6A 中, 所用导电膜 **62** 经过预定图案, 包括与微型杯 **67** 底部对应的基底导电膜部分 **64**。基底部分 **64** 对所用的紫外波长 (或其他辐射) 是不透明的。导电膜基底 **62** 之间的间隔 **65** 对紫外光基

本上是透明的或能透过紫外光。在这种情况下，导电膜图案起光掩模作用。如图 6A 所示，辐射固化材料 **61a** 涂在基片 **63** 和导电膜 **62** 上。“向上”投影的紫外光（透过基片 **63**）曝光所述材料 **61a**，在没有导体 **62** 遮避的部位，即与间隔 **65** 对应的部分固化。如图 6B 所示，按上述方法将未固化的材料 **61c** 从未曝光区域除去，留下固化的材料 **61b**，形成了微型杯 **67** 的壁。

图 7A 说明本发明结合利用顶部、底部曝光原理制作微型杯阵列 **70** 的方法。基底导电膜 **72** 也是不透明的并且为区带图案。涂布到底部导电膜 **72** 和基片支撑网 **73** 上的辐射固化材料 **71a**，通过导电膜 **72** 的区带图案（作为第一光掩模）从底部曝光。第二曝光是从“顶部”通过第二光掩模 **76** 进行的，第二光掩模的区带图案垂直于导电膜的区带 **72**。区带 **74** 间的间隔 **75** 基本上对紫外光是透明的、或能透过紫外光。在此方法中，杯壁的材料 **71b** 由下向上在一个侧向固化，在与之垂直的侧向由顶部向下固化，共同形成一个整体微型杯 **77**。

如图 7B 所示，按前文所述用溶剂或显影液去除未曝光区域，显露出微型杯 **77**。

用于制作微型杯的同步辊对辊光刻工艺

这里披露的制作微型杯阵列的光刻法（例如图 5A、5B 所示），其原理也可以用于新颖的同步辊对辊光刻工艺。对于辊对辊的方法而言，光掩模可与基片支撑网同步，并与后者以相同速度移动，这样，本发明的微型杯阵列的制作就可以连续带组件的形式进行连续生产。

在此处所披露的优选的辊对辊方法实施例中，排布电极使电极区带（ITO 区带）成直角，与微型杯相对应（即杯壁由基底 ITO 区带之间的间隔确定）。电极之间形成的杯壁将空间划分开（杯壁成

为微型杯的边界), 以提供像素化及单个像素(微型杯)的 x-y 寻址。为单个微型杯(后称像素)的 x-y 寻址, 电极区带成直角(即顶部电极区带同底部电极区带成直角)。因此微型杯组装工艺完成后(见图 4), 微型杯优选定位在相互垂直的顶部和底部 ITO 区带的交叉处。在微型杯形成之前, 基底电极或 ITO 区带以平行于导电区带的形式沉积或预埋在支撑网内。该 ITO 区带优选与微型杯同宽。

现有技术已存在可寻址电泳显示器, 已有人提出多种技术方案解决寻址问题, 例如域电压问题, 包括控制电极技术。例如参见 B. Singer 和 A. L. Dalisa, Proc. SID, 18/3&4 卷, 第 3 和 4 期季刊, pp255-266(1997)。然而应该理解的是, 同步法辊对辊光刻工艺具有其固有的灵活性, 用于电泳显示器微型杯阵列的制作时, 可适用很宽范围的电极组合和电子设计。另外, 在辊对辊工艺处理前, 例如各种类型的电子元件和/或导体, 可以预埋在基片支撑网内、或放在支撑网的两侧, 这样就可以在支撑网上形成微型杯。同理, 在微型杯形成之后, 这些元件还可以放置或安装在支撑网的下面。类似地, 此处介绍的微型杯制作方法除了可用于制作显示器用的杯状间隔, 也可用于电泳显示器之外的其他装置。

图 8 图示说明一个用优选的辊对辊光刻生产装置 **80** 制作本发明的电泳显示器的微型杯阵列 **81** 的实施例, 并且显示通过该装置 **80** 连续生产微型杯阵列带 **81** 的剖面图。可以透过光掩模 **82**, 图形曝光涂布在基片支撑网 **86** 和导电膜 ITO 区带 **88** 上的辐射固化材料 **84a**, 进行微型杯的制作。可用现有技术的涂布机械装置将材料 **84a** 涂到支撑网 **86** 上。

可固化材料 **84a** 优选紫外光固化材料, 并用如图 8 所示进行紫外光固化, 紫外光透过光掩模 **82** 部分被前体物材料吸收, 形成稳定的、坚固的聚合材料 **84b**。

图 8 中装置 **80** 的方位仅是示例性的, 进行图示的方法步骤时, 相对于垂直方向, 各元件也可按多种适合的方向重新排布。图示处理过程, 附加的常用支撑装置如导轨、辊等, 可用于支撑、张紧、转动、和/或扭曲支撑网 **86** 和微型杯组件 **81**。

本发明同步辊对辊的方法, 如装置 **80** 的实施例, 包括光掩模 **82** 和基片支撑网 **86** 的安装, 安装方式应为二者可以连续移动并且彼此相邻定位, 这样可以按连续的、无缝的方式进行紫外光透过光掩模 **82** 投影、以及随后材料 **84a** 的固化。

图 8 所示的优选安装方案中, 光掩模 **82** 形成一连续的环带, 并且承受至少一对分开的驱动/支撑辊 **90** 和 **91** 的张力, 光掩模环带 **82** 在驱动辊 **90** 和 **91** 处的弯曲面 **93** 之间, 有基本上为直面的部分 **92**。

类似地, 连续带状基片支撑网 **86** (微型杯阵列 **81** 在其上面形成) 的安装, 也要经过并且由至少一对分开的驱动/支撑辊 **100**、**101** 衔接, 这样支撑网 **86** 的直面部分 **103** 与光掩模环带 **82** 的直面部分对正平行。光掩模驱动辊 **90**、**91** 按箭头 **A** 方向转动, 支撑网带驱动辊 **100**、**101** 按如箭头 **B** 所示反方向转动。这样支撑网的直面部分 **103** 与光掩模的直面部分 **82** 以相同方向、相同速度平行移动。光掩模和支撑网各自的直面部分 **92** 和 **103** 优选相距一选定的较短距离, 以防止未显影材料 **84a** 污染光掩模 **82**。

图 8 中, 连续支撑网是通过支撑网储存/张紧装置 **104** (未示出) 从右侧向内送入 (向紫外光曝光区)。类似地, 已显影的支撑网 (带有成型的微型杯) 在向外移动时 (离开紫外光曝光区) 被送入第二个支撑网储存/张紧装置 **105** (未示出)。装置 **104** 和 **105** 可由现有技术的网带操作和驱动装置构成。

图 8 所示的在基片支撑网 **86** 和导电膜 ITO 区带 **88**，除了可以现场喷涂辐射固化材料以外，也可以分开制作预涂布的支撑网/ITO 卷并进行储存，例如以卷的形式储存。为了提高耐储藏性，预涂布的支撑网/ITO 卷的配方应使其在干燥处理后保持干燥并且不发粘。对于这种替代方法，在进行紫外光辐射步骤时需要的工艺温度比一般现场喷涂的支撑网（未固化时发粘）所需温度高。预涂布的卷可以在 **104** 处展开并送到驱动辊 **100**。

紫外光辐射后，用适当的溶剂洗涤或显影紫外光固化材料 **84a**，去除未固化的（未曝光）材料 **84a**，原位保留已固化的材料 **84b**，形成微型杯的壁。这里术语“溶剂”是指适当的现有技术方法，通过过去除未曝光的前体物而原位保留已曝光并固化的光致抗蚀剂，使材料有选择地显影。可以使用现有技术的溶剂涂布机械装置。

洗涤步骤完成后，可以干燥已显影的材料 **84b**，已完成的微型杯阵列被送到储存或进一步处理工位 **105**。

图 8A 是光掩模 **82** 局部俯视图。图 8A 中的线 8-8 是主图 8 中所示光掩模 **82** 的剖面位置。光掩模 **82** 包括透明区 **112** 所包围的不透明区 **110**（本例中为方形）。

图 8B 是已显影微型杯阵列 **81** 的局部平面图。图 8B 中的线 8'-8' 是主图 8 中所示的微型杯阵列的剖面位置。微型杯底板上曝光的 ITO 导电膜 **88** 对应不透明的光掩模 **110**，微型杯壁 **84b** 对应光掩模透明部位 **112**。

图 8 中所示照射在掩模直面部分 **92** 的紫外光可由常规光源提供（未示出）。非必选地，光掩模驱动辊 **90**、**91** 可以由对紫外光透明材料构成，紫外光源（图中未显示）可置于两个或任意一个辊 **90**、**91** 的内部，在光掩模直面部分 **92** 的边缘提供附加照明。非必选地，

还可以包括附加的支撑辊或导轨（图中未示出），为光掩模直面部分 **92** 和/或支撑网直面部分 **103** 提供进一步的支撑或定位。

图 8 所示是一种连续涂布步骤，其中，在支撑网上 **86** 上涂布未固化前体物材料 **84a**。可以采用现有技术的涂布装置。另外，也可以在其他分开的步骤中涂布材料 **84a**，并由储存/张紧装置 **104** 提供预涂布的支撑网基片。

可利用常规的驱动控制装置，使光掩模 **82** 与支撑网 **86** 以相同速度同步移动。例如，驱动辊 **90**、**91** 可以与驱动辊 **100**、**101** 相耦合（例如，配备共用驱动电机），这样各辊可具有相同的切向速率。另外，还可以采用常规的反馈电路使辊的驱动保持同步移动，例如用传感器检测支撑网 **86** 上 ITO 区带 **88** 的通道，以及对应于光掩模 **92** 上不透明部分 **110** 的通道，如分别采用光学检测器 **114** 和 **115**。反馈控制电路可根据检测器信号调整驱动速度，保证紫外辐射区 **92/103** 内相应部分准确定位。其它常规检测系统如磁传感器、条码扫描/传号等，均可用于提供反馈同步控制。

用本发明方法制造的显示器可以达到仅一张纸的厚度，并可以是柔性的。

显示器的宽度最好是支撑网的宽度（一般是 3—90 英寸）。并且，可以将微型杯阵列剪切制成更窄的显示器件，或将一个或多个这样的微型杯阵列彼此相邻放置制成更宽的显示器件。

由于辊对辊方法可以生产任意长度的微型杯阵列，根据支撑网供料卷的长度，显示器件的长度可以从几英寸到数千英尺。

其它辊对辊方法

除了图 5 实施例所用的方法外, 如图 8 所示(顶部曝光), 该辊对辊装置还可采用图 6 或 7 的方法。例如, 可以采用图 7 的方法, 其中支撑网(图 8 中 86)由对辐射透明的材料构成。与图 7 中导电膜 72 对应的导电膜区带(图 8 中 88)对辐射是不透明的, 从后部 103 用一个附加的紫外光源(图中未示出)照射支撑网。

多色电泳显示器的制备和密封

本发明的一个重要的方面是用不同颜色的颜料悬浮物按预先确定的图案有选择地填充微型杯以生产彩色电泳显示器的方法。该制作多色电泳显示器的步骤包括:

(1) 将一种正性作用光致抗蚀剂层叠或涂布到成型的微型杯阵列上。可以使用常规的光致抗蚀剂组分和显影液, 例如马萨诸塞州 Shipley 公司、或康涅狄格州 Hunt 化学制品公司、或日本住友的酚醛树脂光致抗蚀剂。例如, 采用的层叠组分可以包括一种可去除的载体, 如 Saint-Gobain 公司(马塞诸塞州 Worcestor)的 PET-4851; 一种酚醛树脂正性光致抗蚀剂, 如 Shipley 的 Microposit S1818; 以及一种碱性可显影粘合剂层, 如 National Starch 公司的 Nacor72-8685 与 BF Goodrich 公司的 Carboset 515 的混合物;

(2) 将光致抗蚀剂进行图形曝光, 选择性地打开部分微型杯(第一组), 去掉可去除的载体膜, 用一显影剂, 如稀释的 Shipley 公司的 Microposit 351, 将正性光致抗蚀剂显影;

(3) 向打开的微型杯中填充电泳流体, 例如含有带电白色颜料(TiO_2)微粒及第一原色的染料或颜料的流体;

(4) 按制作单色显示器所述的方法密封已充填的微型杯；以及

(5) 在其它组微型杯重复步骤 2 至 4，制作出填充有第二和第三原色电泳流体的微型杯。

图 9A-9H 图示按本发明的方法制作多色电泳显示器的一个具体实施例，包括如下步骤：

图 9A：提供按上述方法之一制备的微型杯阵列，所述微型杯阵列包括多个在支撑网 **121** 上的分割壁 **120** 形成的微型杯盒阵列 **122**。

图 9B：用包括至少一粘合剂层 **123** 和一正性光致抗蚀剂层 **124** 的正性干膜光致抗蚀剂层叠放在微型杯阵列 **122** 上。用第一光掩膜（图中未示出）通过紫外光、可见光、或其他辐射源将正性光致抗蚀剂 **124** 图形曝光，该曝光被光掩模限定在预定的第一组微型杯阵列 **122a**。可以使用现有技术的光致抗蚀剂组分和层叠装置。

图 9C：显影光致抗蚀剂 **124**，去除已曝光的微型杯组 **122a** 的粘合剂和正性光致抗蚀剂，将所选微型杯打开。可以使用现有技术的光致抗蚀剂显影剂及施加装置。

图 9D：在打开的微型杯组 **122a** 中充填与第一原色对应的介电溶剂带电荷颜料分散物 **125a**、和一种与溶剂不相容且比重低于溶剂和颜料微粒的热固性密封前体物 **126a**。在热固前体物分离并在液相表面形成一漂浮层的期间或之后，通过固化该热固性前体物 **126a**（优选通过辐射，如紫外光，其次是热或湿气）封闭第一组微型杯 **122a**，形成含有第一原色电泳液的封闭电泳盒。也可以通过将热固性前体物材料直接涂布在液相 **125a** 表面完成微型杯的密封。

图 9E: 对第二组选定的微型杯 **122b** 重复图 9B 所示的步骤, 用第二光掩模使第二组选定的微型杯 **122b** 曝光。可以选择地, 可以去除第一光掩模并重新定位, 以曝光第二组微型杯。

图 9F: 对选定的第二组微型杯 **122b** 重复图 9C 所示的步骤, 打开第二组微型杯 **122b**。

图 9G: 对选定的第二组微型杯 **122b** 重复图 9D 所示的步骤, 在所述第二组微型杯中充填与第二原色对应的颜料/溶剂分散物 **125b**。用密封剂 **126b** 封闭第二组微型杯 **122b** 形成封闭的电泳盒。

图 9H: 对选定的第三组微型杯 **122c** 重复图 9B-D 所示的步骤, 以便将第三组微型杯 **122c** 曝光、打开、充填、和密封, 并形成与第三原色对应的封闭电泳盒。然后除去残留的光致抗蚀剂 **124** 和粘合剂层 **123**。用有预涂粘合剂层 **128** 的透明顶部导电膜 **127** 套准层叠该封闭的电泳盒, 粘合剂层可以是压敏粘合剂、热熔粘合剂、或热、湿气、辐射固化粘合剂。粘合剂硬化与这些盒粘结。可以采用现有技术的层叠装置和粘合剂。

用于多色电泳显示器的同步辊对辊工艺

本发明的一个重要方面是制作多色电泳显示器的辊对辊方法, 其中图 9A-H 所示的方法可以连续地进行。该方法包括通过一个同步光掩模使层叠或涂布后的微型杯阵列曝光, 光掩模与微型杯对齐并且与带有叠层的微型杯的支撑网以相同的速度移动。选定的微型杯曝光后, 正性光致抗蚀剂显影并在曝光区域打开。彩色显示器可在任意长度支撑网上以一种半连续的方法制作, 然后按最终显示器所需长度分切。

图 10、10A 和 10B, 是采用正性光致抗蚀剂涂布层, 利用本发明的新颖同步辊对辊光刻装置 **130**, 进行图 9A-H 所示的方法步骤。

从右上方送入预成形的微型杯阵列/支撑网 **81**，例如从一个储存/张紧装置 **105'**，该装置非必选为图 8 所示的辊对辊阵列制作工艺生产线的产出端 **105**。

从光致抗蚀剂储存装置 **132**，送进一条连续的正性作用光致抗蚀剂组分带 **131**，首先将其层叠或涂布到微型杯阵列 **81** 上。在层叠的情况下，光致抗蚀剂组分 **131** 可以包括图 9 所示的粘合剂层 **123** 和正性光致抗蚀剂 **124**。可以采用常规层叠装置进行层叠，例如借助层压辊 **133a** 和 **133b** 的压力来完成。

该制作彩色显示器的辊对辊光刻装置 **130** 与图 8 所示制作微型杯的辊对辊光刻装置 **80** 基本相似。在图 10 所示优选的安装布置中，光掩模 **136** 为连续环带形式，装在至少一对分开的驱动/支撑辊 **140** 和 **141** 上，并由其提供张力，该光掩模环带 **136** 在跨过驱动辊 **140** 和 **141** 曲面部分 **143** 之间的部分，是基本上为直面的部分 **142**。

微型杯阵列 **81** 以类似的方式接合、并经过至少两个分开的驱动辊 **150**、**151**，这样阵列 **81** 的直面部分 **153** 与掩模环带 **136** 的直面部分平行定位。光掩模驱动辊 **140**、**141** 沿箭头 **A** 所示方向旋转，支撑网驱动辊 **150**、**151** 沿反向按箭头 **B** 所示的方向旋转，因此光掩模直面 **142** 和支撑网直面 **153** 同向同速平行移动。光掩模和支撑网各自的直面 **142** 和 **153** 优选相隔选定的很短距离。光掩模 **136** 与微型杯阵列 **81**，可以按上述方法对应图 8 的辊对辊工艺同步移动。

注意图 10 中装置 **130** 的方位仅是示例性的，为了进行图示的方法步骤，对应垂直方向，各部件可有多种适合的排布方向。其他常用的支撑如导板、滚轮等装置可用于图示工艺中微型杯阵列 **81** 的支撑、张紧、转动、和/或扭曲。

图 10A 是光掩模 **136** 的平面图。注意图 10A 中线 10-10 是主图 10 中所示光掩模 **136** 的剖面位置。同步光掩模 **136** 的图案有透明区

160，该区的尺寸和定位应能保证可以曝光微型杯的第一组微型杯表面 **165**。在本例中，每第三个微型杯成线性序列。光掩模的不透明的区域 **162** 保护其余微型杯和杯壁不曝光。用紫外光或其他辐射源曝光后，以适当的显影液洗涤或处理光致抗蚀剂 **131**，原位保留未曝光部分 **131a**，除去已曝光部分 **131b**，使已曝光微型杯的叠层打开。洗涤后，进行微型杯干燥处理，以及可将微型杯阵列储存或进入下一步工序 **106**。

图 10B 是光致抗蚀剂 **131** 显影后的微型杯 **81** 的平面图。注意图 10B 中线 10'-10'为主图 10 中所示微型杯阵列 **81** 的剖面位置。暴露的微型杯底部 ITO 导体 **88** 与透明的光掩模部分 **160** 对应，即通过去除已曝光的光致抗蚀剂 **131b** 形成的开口 **166**，可以看到一微型杯组暴露的导电膜 **88**。其他的微型杯和杯壁仍被未曝光的光致抗蚀剂覆盖，对应不透明掩模部分 **162**。在图 10 的例子中，既在透明光掩模部分 **160**，又在被显影的光致抗蚀剂开口 **166** 的第一组微型杯，由交错偏移行构成，一行中每第三个微型杯是开口的。

图 10 中，显示带有第一组开口 **166** 的微型杯阵列 **88** 在向外移动（移出紫外曝光区）时，被送至第二阵列储存/张紧装置 **106**（此处没有表示出来）。可选地，装置 **106** 可以包含连续加工的其他加工装置。可以看到上述图 9D 所示的开口微型杯充填、密封后，重复图 10 的方法（在相同或附加装置上 **130**），通过定位的掩模 **136** 的透明部分 **160**，使第二组微型杯曝光并形成开口。

图 11 示意性地说明用这里介绍的方法，特别是图 8、9、10 所示的方法，用于制作三色电泳显示器微型杯阵列组件的半连续工艺。图 11 的示例性方法，起始为从储存装置 **202** 送入预定图案的导电膜/支撑网。该支撑网构成一个连续的带状基片，在其上可按次序进行图 11 的 **204** 到 **238** 的处理步骤。支撑网可以移动、转向，

由滚轮、导向槽导向（图中未示出），从而按需要被依次送到各设备工位完成各处理步骤。

在 **204** 步，支撑网/导电膜上涂布辐射固化前体物(RCPM)。在 **206** 步，利用本发明的一个同步辊对辊光刻装置通过一微型杯掩模曝光涂布后的支撑网。在 **208** 步，用适当的溶剂组分处理或“洗涤”未固化的辐射固化前体物，在支撑网上保留固化的微型杯阵列。

从储存装置 **210** 送入正性作用光致抗蚀剂叠层或涂层，并在步骤 **211** 层叠或涂布在微型杯阵列的上表面，从而逐个地封闭了微型杯，以便进行选择性的填充。在步骤 **212**，带有光致抗蚀剂的微型杯在本发明另一个辊对辊同步光刻装置上曝光，所使用光掩模仅使第一组微型杯曝光。在步骤 **214**，用适当的溶剂组分处理并洗涤微型杯，除去已曝光部分的光致抗蚀剂。由于在步骤 **212**，仅第一组微型杯曝光，所以仅从第一组微型杯的顶部除去光致抗蚀剂，从而进行选择性地打开。在 **216** 步，用第一颜料/溶剂组分充填打开的第一组微型杯。在 **218** 步，打开的第一组微型杯按图 9 所示密封并固化。**218** 步的密封处理不会涉及未曝光的光致抗蚀剂。

然后进行步骤 **220**，在本发明的另一个辊对辊同步光刻装置上曝光微型杯阵列，使用光掩膜的形式使第二微型杯组曝光（第三微型杯组仍不曝光）。在步骤 **222**，用适当的溶剂处理或“洗涤”微型杯阵列，除去曝光的光致抗蚀剂。由于步骤 **220** 仅使第二组微型杯曝光，所以仅从第二组微型杯的顶部除去光致抗蚀剂，从而选择性地打开（第三微型杯组仍封闭）。在步骤 **224**，打开的第二组微型杯用第二颜料/溶剂组分填充。在步骤 **226**，按步骤 **218** 方法密封并固化打开的第二组微型杯。

在步骤 **230** 除去剩余的光致抗蚀剂，用适当的溶剂处理或“洗涤”微型杯，从而打开第三组微型杯。非必选地，步骤 **230** 可以包括使其余的光致抗蚀剂在辐射下曝光，以利于清除。在步骤 **232**，

用第三颜料/溶剂组分填充打开的第三组微型杯。在步骤 234，按步骤 218 方法密封并固化第三组打开的微型杯。

在步骤 238，预定图案的 ITO 顶部导电膜从 ITO 叠层储存装置 236 送入，并层叠在已填充并密封的微型杯阵列的上表面。在以连续的密封电泳显示器阵列带的形式将组装好的三色电泳显示器微型杯阵列 240 送出后，该示例性工艺结束。该微型杯阵列 240 可以送去储存，或进行下一步连续加工步骤。一般来说，进一步加工包括将阵列分成单独的部分，这些单独的部分经包装制成电泳显示器件产品。

虽然本发明通过参考具体实施例进行说明，但对于本领域技术人员来说，可以理解各种各样的改动和置换，而不偏离本发明的精神和范围。另外，在本发明的目的、宗旨和范围内，可以进行很多改动以适用于特殊的情况、材料、组分、方法或加工步骤。所有这些修改都应理解为在本文所附的权利要求范围内。

例如，应该注意到本发明制作的微型杯除了适用于电泳显示器外，还可用于液晶显示器。类似地，选择性微型杯填充、密封和 ITO 层叠方法均可用于液晶显示器制作。

因此，为现有技术允许，本发明由所附权利要求书范围限定，以说明书为支持。

组件符号说明

10	微型杯阵列组件
11a,b,c	电极板
12a,b,c	盒
13a,b,c	电极板
14 a,b,c	介电溶剂
15 a,b,c	颜料微粒
16	密封壁（杯壁）
17	微型杯底
18 a,b,c	密封盖
40	微型杯阵列
41	微型杯壁
42	基底电极
43	基片支撑网
44	介电溶剂组分
45	带电颜料微粒
46a	热固性前体物组分
46b	密封盖
47	导电膜
48	粘合剂层
50	微型杯阵列
51a	辐射固化材料
51b	微型杯壁
51c	未曝光区域
52	导电膜
53	基片支撑网上
54	深色方块（不透光区）
55	开口区（透明区）
56	光掩模
57	微型杯
61a	辐射固化材料
61b	固化的材料
61c	未固化的材料
62	导电膜
63	基片
64	基底导电膜
65	间隔
67	微型杯
70	微型杯阵列
71a	辐射固化材料
71b	微型杯壁的材料
72	基底导电膜
73	基片支撑网
74	（导体）区带

75	间隔
76	第二光掩模
77	微型杯
80	辊对辊光刻生产装置
81	微型杯阵列
82	光掩模
84a	辐射固化材料
84b	聚合材料
86	基片支撑网
88	导电膜 ITO 区带
90	驱动/支撑辊
91	驱动/支撑辊
92	光掩模直面部分
93	光掩模弯曲面
100	驱动/支撑辊
101	驱动/支撑辊
103	支撑网直面部分
104	储存/张紧装置
105	辊对辊阵列制作工艺生产线的产出端
105'	储存/张紧装置
106	储存或进一步加工
110	不透明区
112	透明区
114	光学检测器
115	光学检测器
120	分割壁
121	支撑网
122	微型杯盒
122a	第一组微型杯阵列
122b	第二组微型杯阵列
122c	第三组微型杯阵列
123	粘合剂层
124	正性光致抗蚀剂层
125a	带电颜料分散物
125b	颜料/溶剂分散物
126a	热固性密封前体物
126b	密封剂
127	透明顶导电膜
128	预涂粘合剂层
130	辊对辊光刻装置
131	光致抗蚀组分
131a	未曝光部分
131b	已曝光的光致抗蚀剂
132	光致抗蚀剂储存
133a,b	层压辊

136	光掩模环带
140	驱动/支撑辊
141	驱动/支撑辊
142	光掩模直面
143	曲面部分
150	驱动辊
151	驱动辊
153	支撑网直面
160	透明区
162	不透明的区域
165	第一微型杯组面
166	开口
202	支撑网/ITO 储存装置
204	用辐射固化前体物涂布支撑网/ITO
206	通过一微型杯掩模曝光
208	从微型杯上去除（洗涤）未固化的辐射固化前体物
210	光致抗蚀剂叠层储存装置
211	层叠光致抗蚀剂
212	通过第一掩模曝光
214	除去已曝光的光致抗蚀剂
216	用第一颜料/溶剂组分充填
218	密封并固化第一组微型杯
220	通过第二掩模曝光
222	除去（“洗涤”）已曝光的光致抗蚀剂
224	用第二颜料/溶剂组分充填
226	密封并固化第二组微型杯
230	除去（“洗涤”）剩余的光致抗蚀剂
232	用第三颜料/溶剂组分充填
234	密封并固化第三组微型杯
236	顶部 ITO 叠层储存装置
238	层叠顶部 ITO
240	组装好的三色电泳显示器微型杯阵列

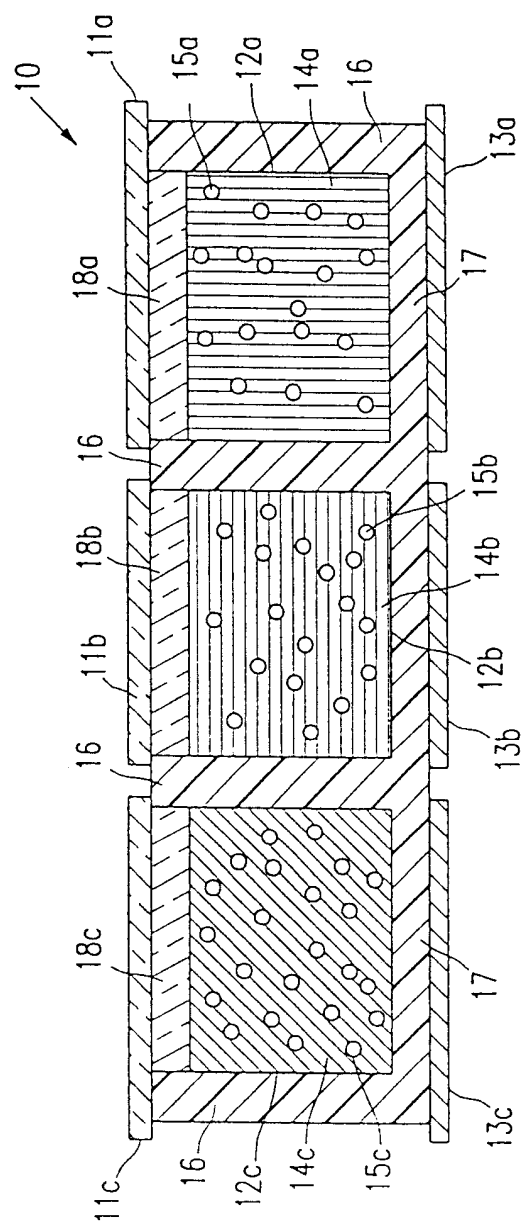


图 1

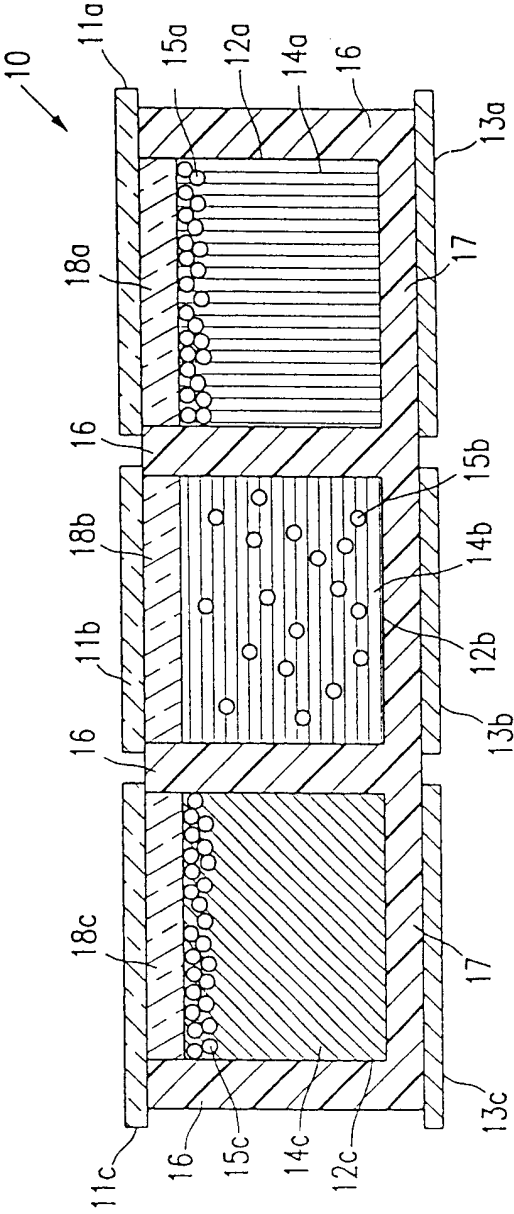


图 2

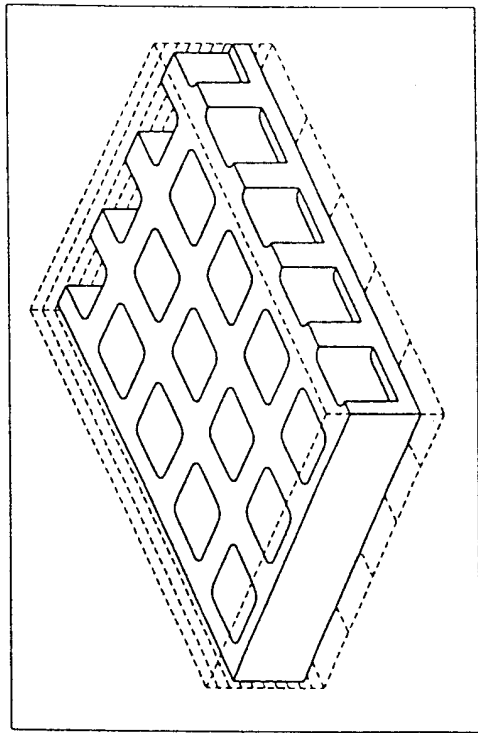


图 3A

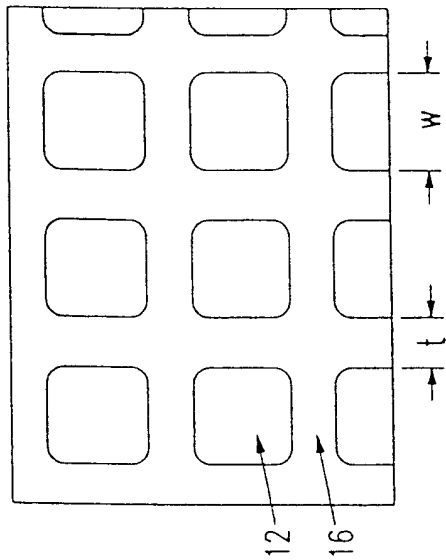


图 3B

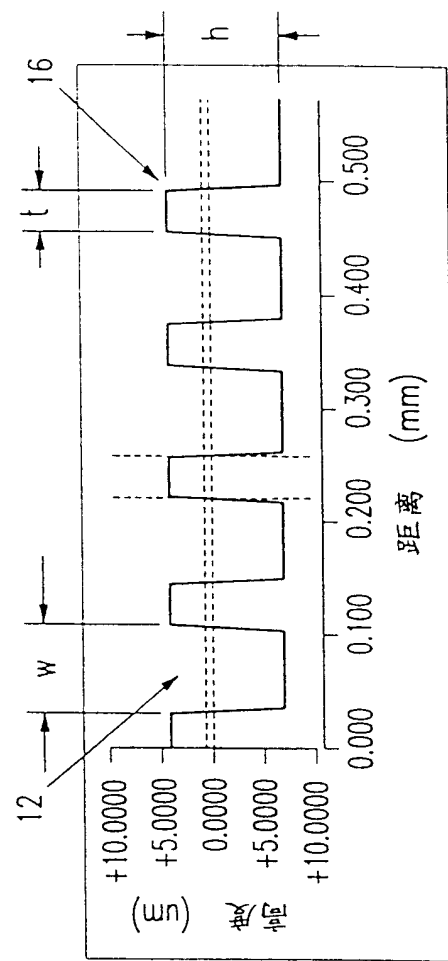


图 3C

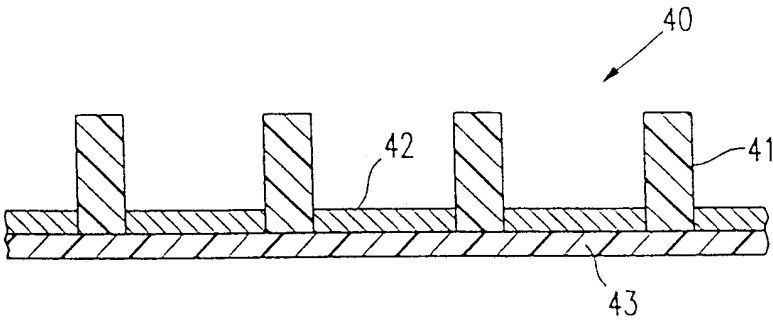


图 4A

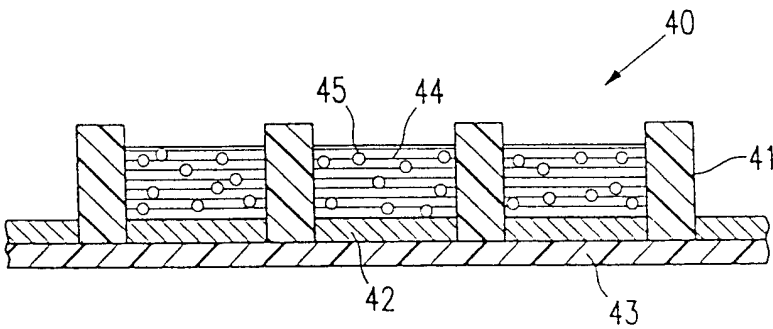


图 4B

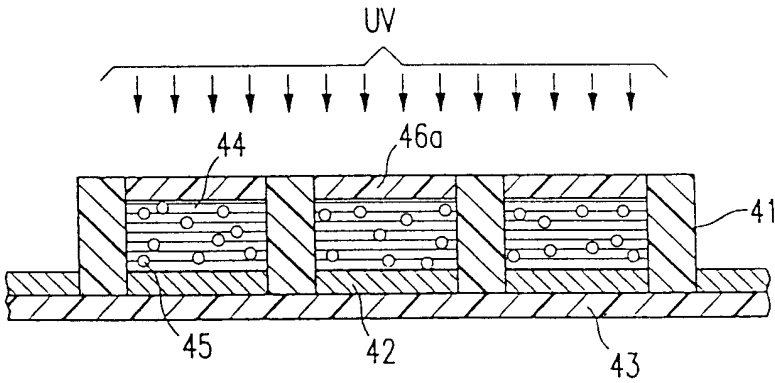


图 4C

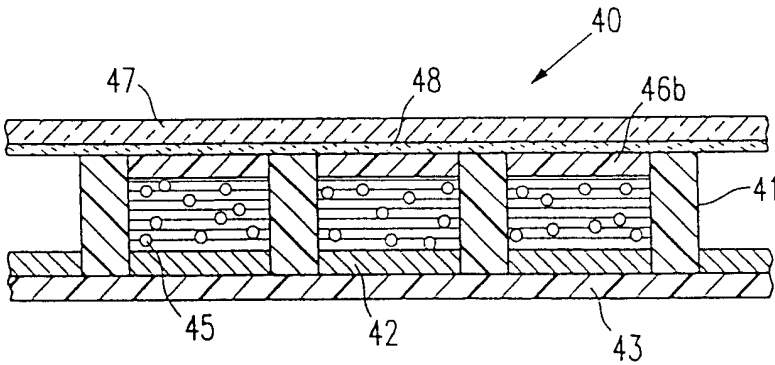


图 4D

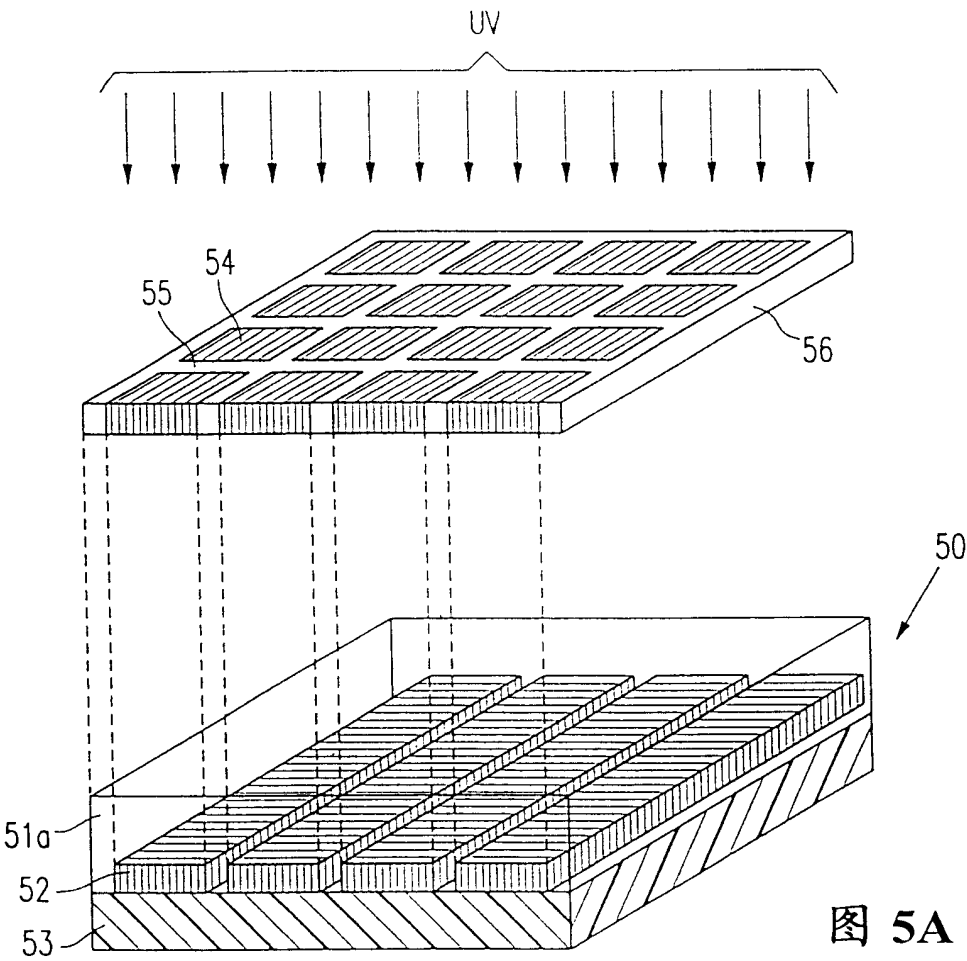


图 5A

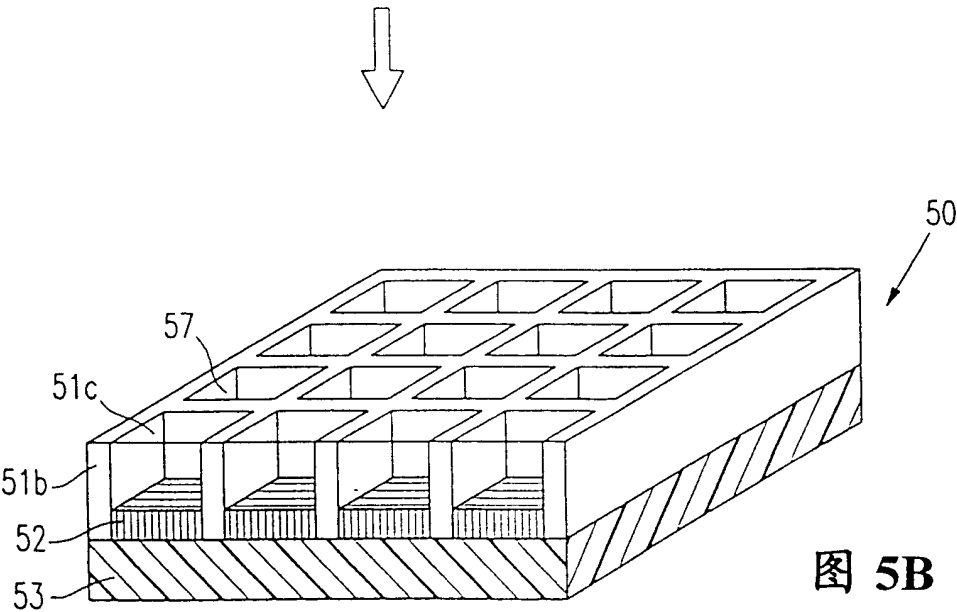


图 5B

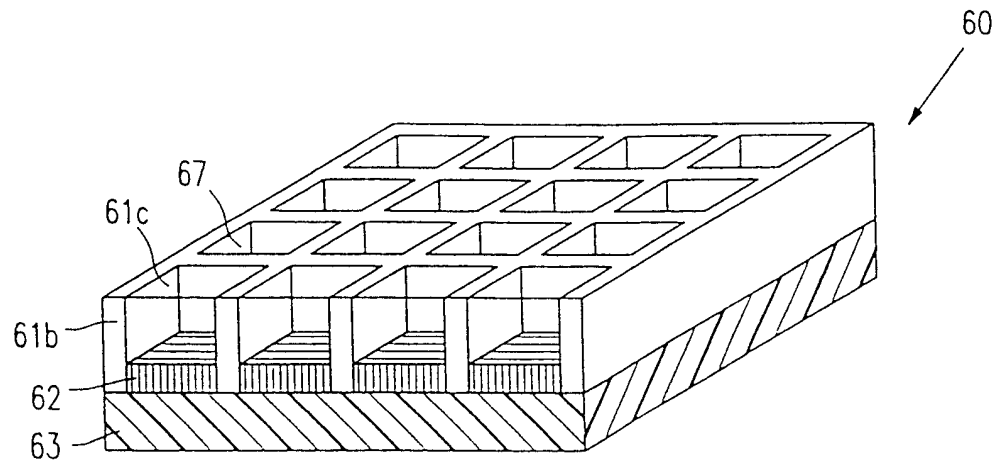


图 6B

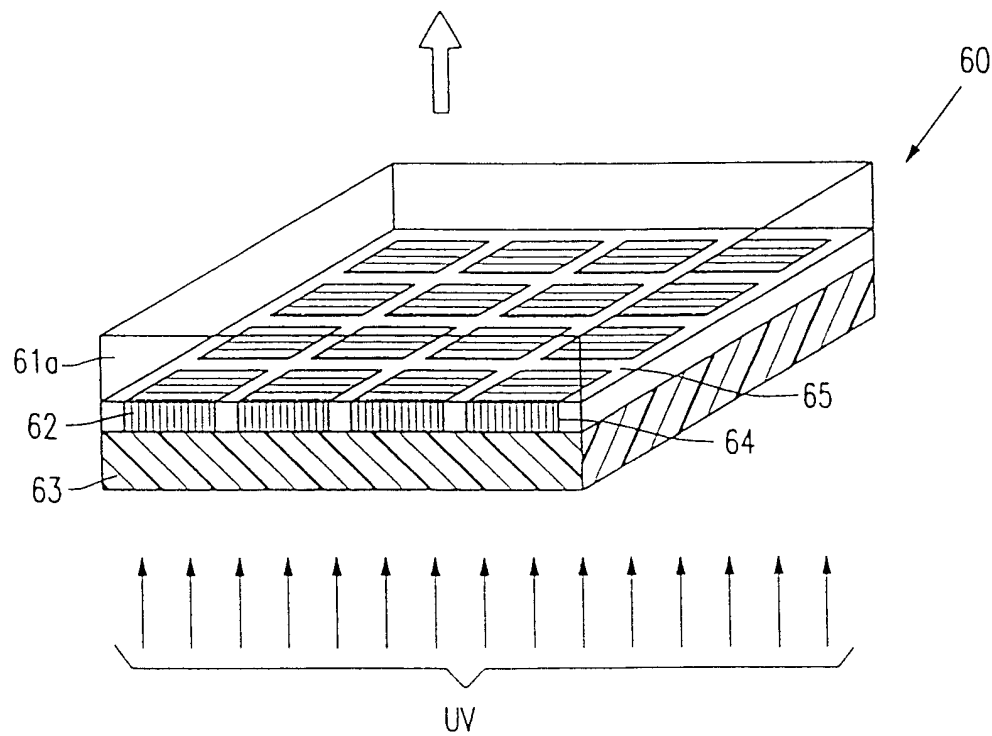


图 6A

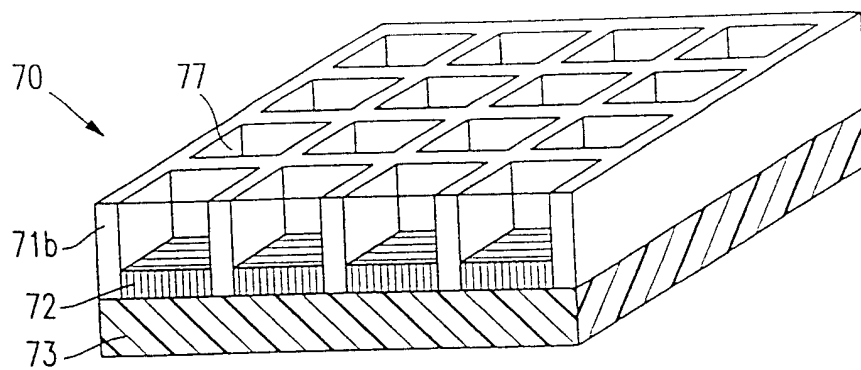


图 7B

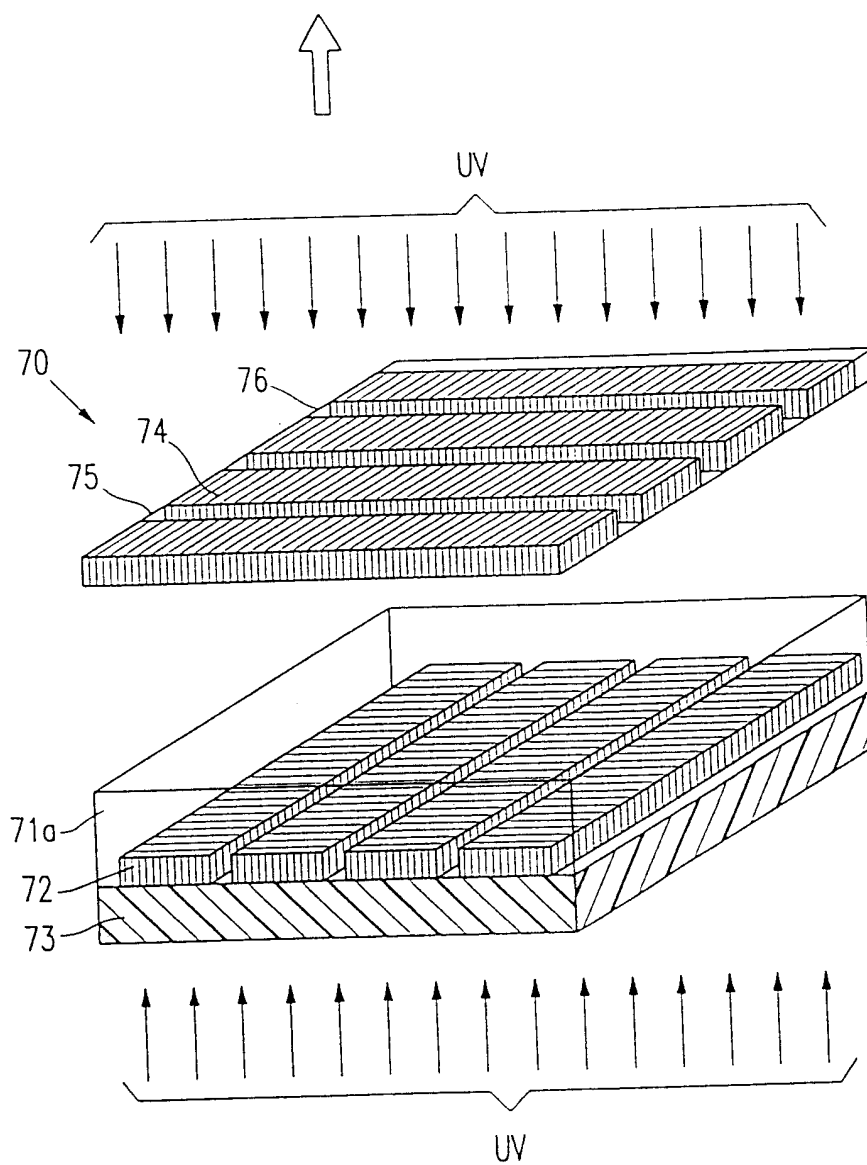


图 7A

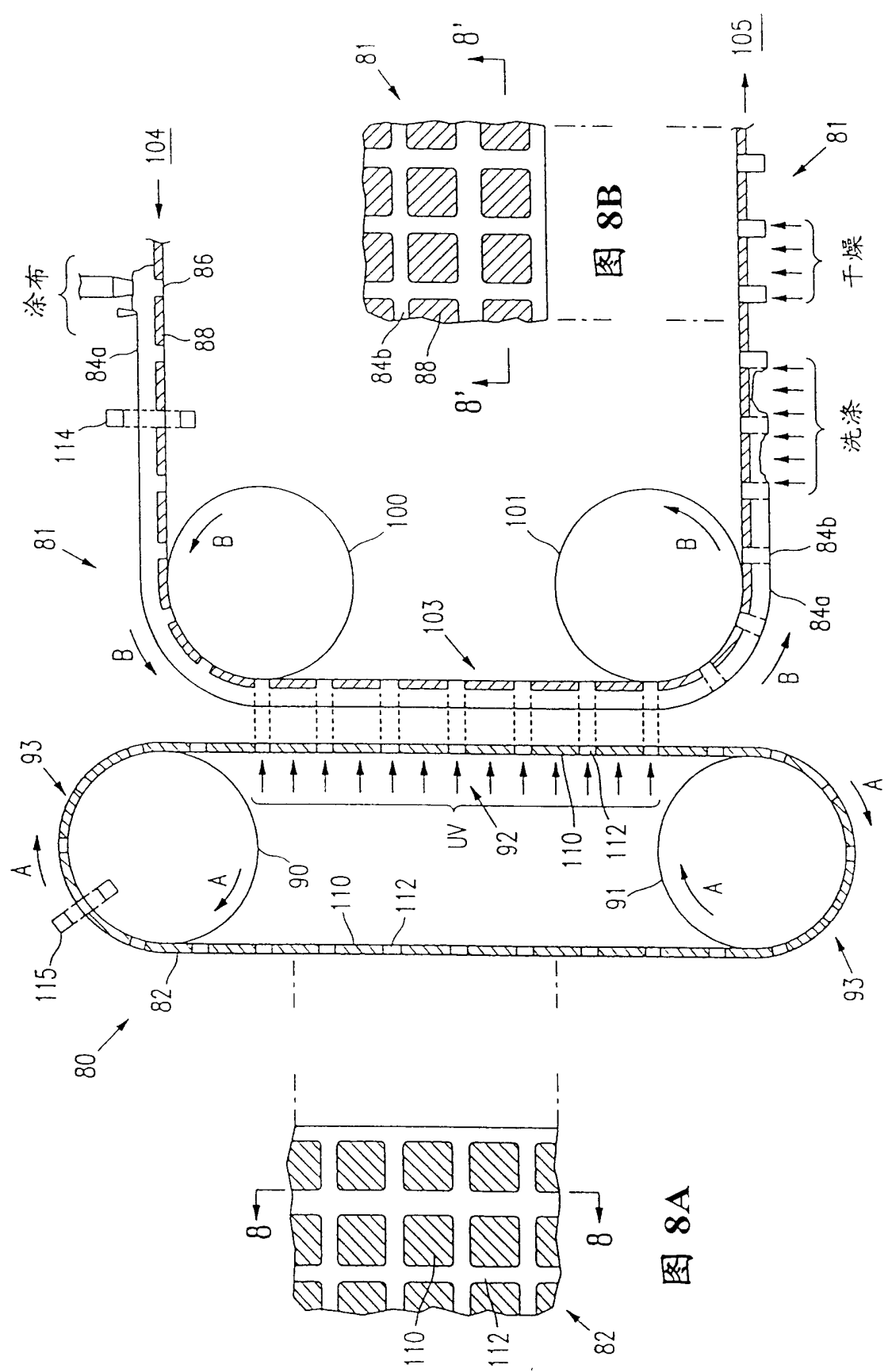


图 8

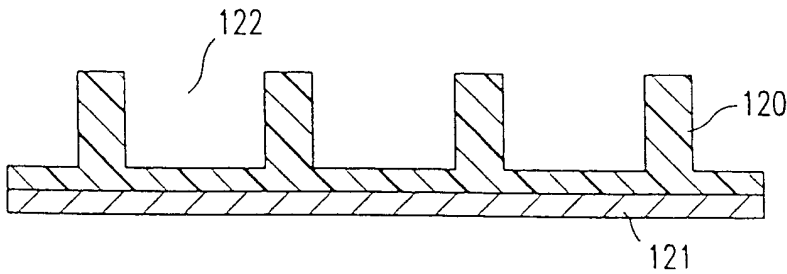


图 9A

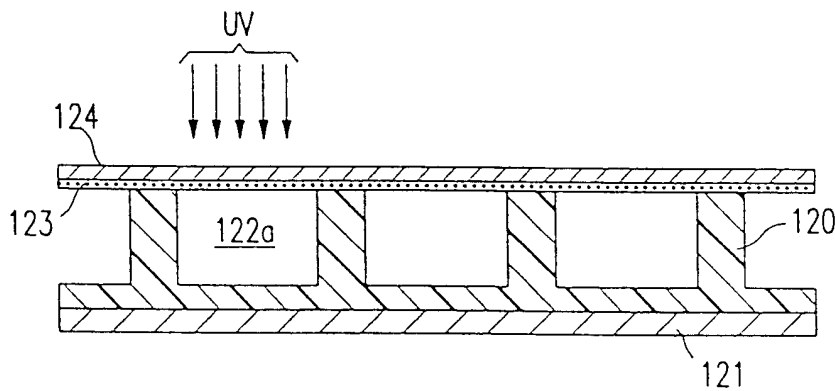


图 9B

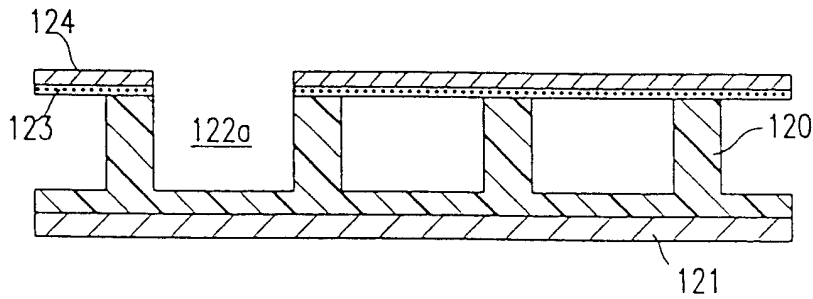


图 9C

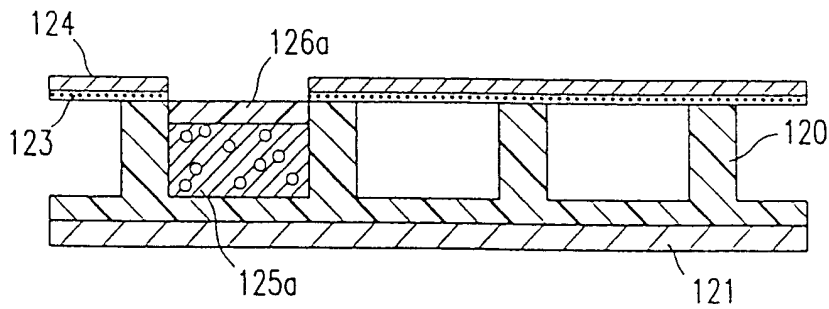


图 9D

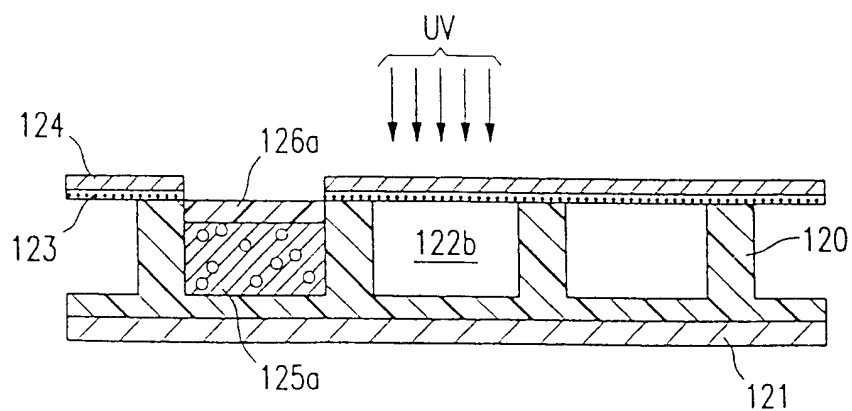


图 9E

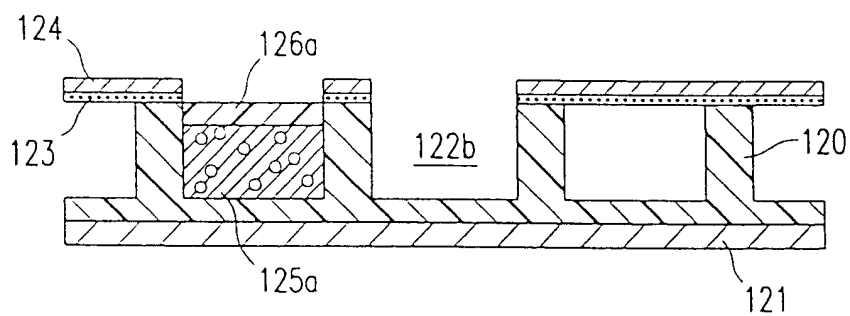


图 9F

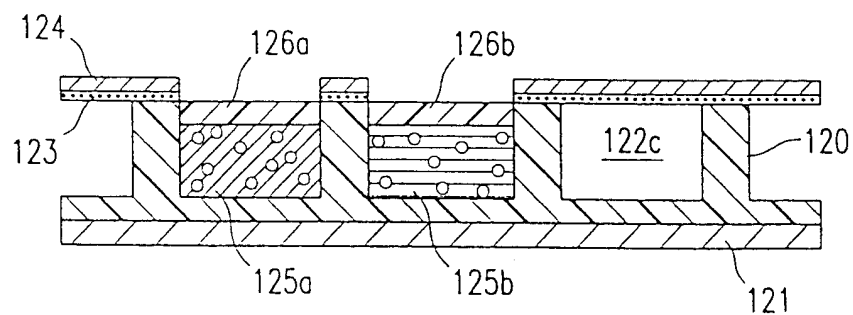


图 9G

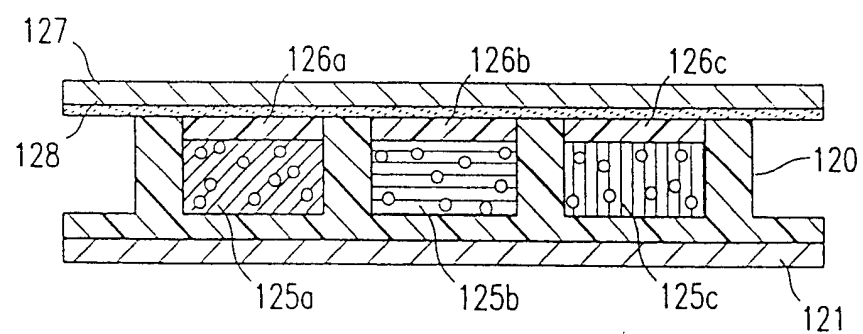
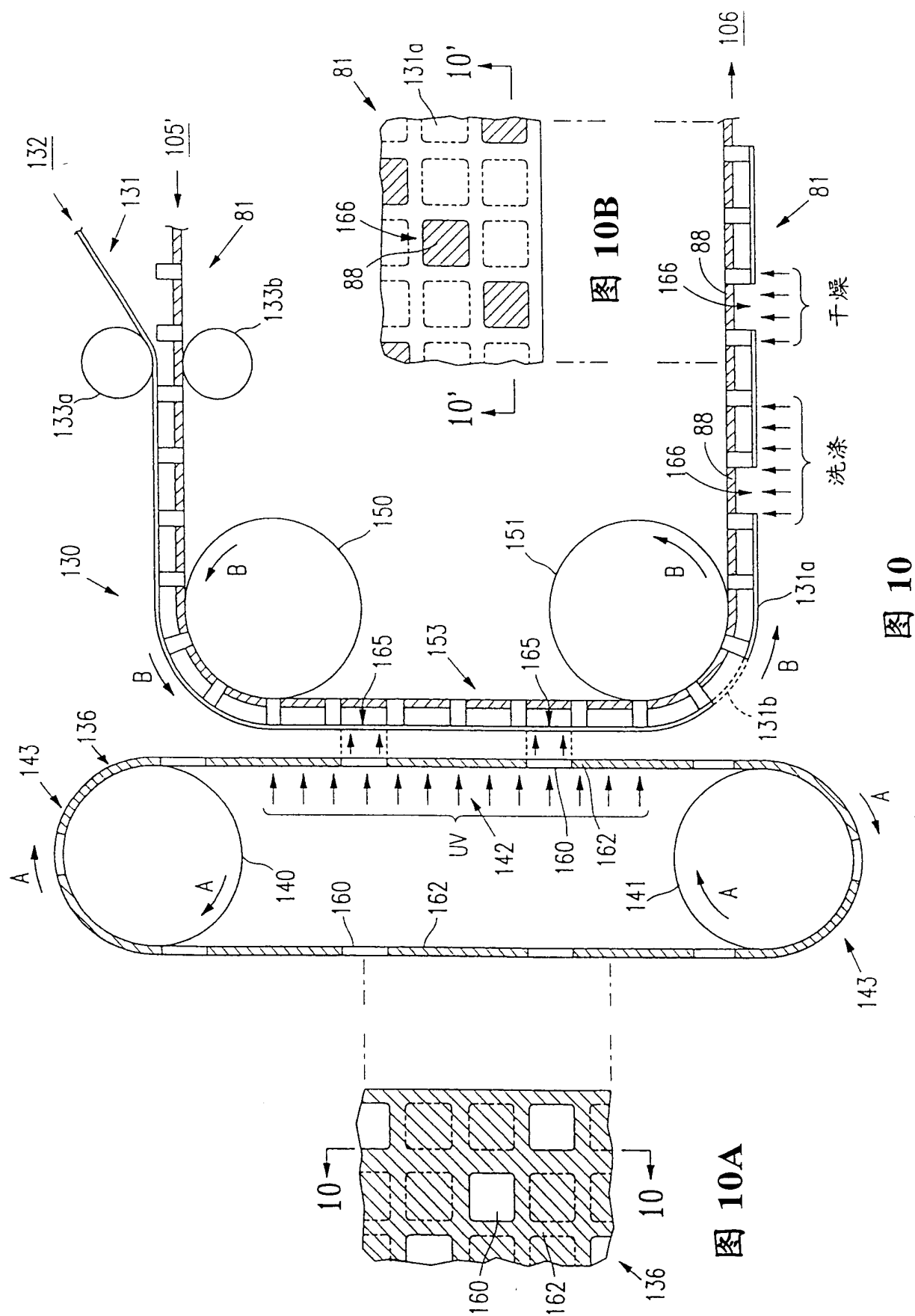


图 9H



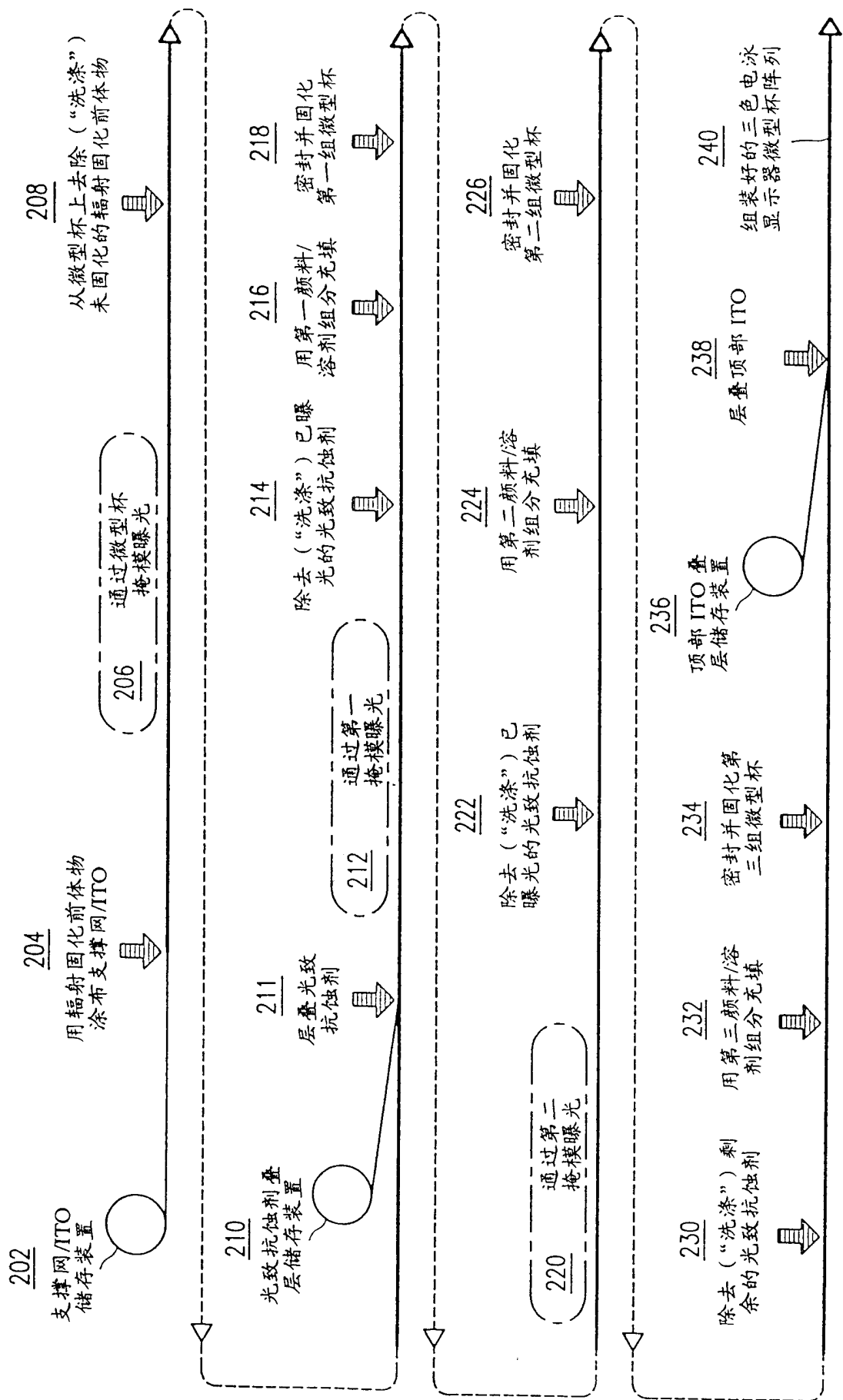


图 11